WYTYCZNE DOTYCZĄCE ZAPOBIEGANIA ODCEWNIKOWYM ZAKAŻENIOM WEWNĄTRZNACZYNIOWYM

Polskie Stowarzyszenie Pielęgniarek Epidemiologicznych

Katowice 2011

Zeszyt VIII

Vasofix® Safety

Zabezpieczamy przed przypadkowym zakłuciem

B|BRAUN
SHARING EXPERTISE

AESCULAP CHIFA Sp. z o. o. | ul. Tysiąclecia 14 | 64-300 Nowy Tomyśl
Tel. (61) 44 20 100 | Fax (61) 44 23 936 | www.chifa.com.pl

WYTYCZNE DOTYCZĄCE ZAPOBIEGANIA ODCEWNIKOWYM ZAKAŻENIOM WEWNĄTRZNACZYNIOWYM

ZESZYT VIII

Katowice 2011

Naomi P. O'Grady, M.D.[1], Mary Alexander, R.N.[2], Lillian A. Burns, M.T., M.P.H., C.I.C.[3], E. Patchen Dellinger, M.D.[4], Jeffery Garland, M.D., S.M.[5], Stephen O. Heard, M.D.[6], Pamela A. Lipsett, M.D.[7], Henry Masur, M.D.[1], Leonard A. Mermel, D.O., Sc.M.[8], Michele L. Pearson, M.D.[9], Issam I. Raad, M.D.[10], Adrienne Randolph, M.D., M.Sc.[11], Mark E. Rupp, M.D.[12], Sanjay Saint, M.D., M.P.H.[13] oraz Komitet Doradczy ds. Kontroli Zakażeń w Ochronie Zdrowia (HICPAC = *Healthcare Infection Control Practices Advisory Committee*)[14].

[1] *National Institutes of Health, Bethesda, Maryland*
[2] *Infusion Nurses Society, Norwood, Massachusetts*
[3] *Greenwich Hospital, Greenwich, Connecticut*
[4] *University of Washington, Seattle, Washington*
[5] *Wheaton Franciscan Healthcare-St. Joseph, Milwaukee, Wisconsin*
[6] *University of Massachusetts Medical School, Worcester, Massachusetts*
[7] *Johns Hopkins University School of Medicine, Baltimore, Maryland*
[8] *Warren Alpert Medical School of Brown University and Rhode Island Hospital, Providence, Rhode Island*
[9] *Office of Infectious Diseases, CDC, Atlanta, Georgia*
[10] *MD Anderson Cancer Center, Houston, Texas*
[11] *The Children's Hospital, Boston, Massachusetts*
[12] University of Nebraska Medical Center, Omaha, Nebraska
[13] Ann Arbor VA Medical Center and University of Michigan, Ann Arbor, Michigan

[14] Komitet Doradczy ds. Praktyki w zakresie Kontroli Zakażeń w Opiece Zdrowotnej

PRZEWODNICZĄCY

BRENNANM Patrick J., MD
Oddział Chorób Zakaźnych
Uniwersytet w Pensylwanii

SEKRETARZ

BELL, Michael R., MD
Zastępca Dyrektora Generalnego
Dział Promowania Jakości w Opiece Zdrowotnej
Centrum Kontroli i Zapobiegania Chorób

CZŁONKOWIE

BRATZLER, Dale, DO, MPH
Prezes oraz COE
Fundacja Oklahomy ds. Jakości w Medycynie

BURNS, Liliam A., MT, MPH
Koordynator ds. Kontroli Zakażeń
Szpital w Greenwich, Oddział Chorób Zakaźnych

ELWARD, Alexis, MD
Adiunkt, Choroby Zakaźne Dziecięce
Uniwersytet Waszyngtoński *School of Medicine*
Wydział Pediatryczny
Oddział Chorób Zakaźnych

HUANG, Susan, MD, NPH
Adiunkt
Dyrektor Medyczny ds. Epidemiologii i Zapobiegania Zakażeniom
Oddział Chorób Zakaźnych
UC *Irvine School of Medicine*

LUNDSTROM, Tammy, MD, JD
Dyrektor ds. medycznych
Szpital w Providence

MCCARTER, Yvette S., PhD
Dyrektor, Laboratorium Mikrobiologii Klinicznej
Wydział Patologii
Uniwersytet Florydy

MURPHY, Denise M. Rn, MPH, CIC
Wiceprezes ds. Jakości I Bezpieczeństwa Pacjentów
Main Line Heath System

OSTROFF, Spefen, MD
Dyrektor, Biuro ds. Epidemiologii
Departament Zdrowia Pensylwanii

OLMSTTED, Russell N., MPH, CIC
Epidemiolog
Kontrola Zakażeń
St. Joseph Mercy Health System

PEGUES, David Alexander, MD
Profesor Medycyny, Epidemiolog Szpitalny
David Geffen School of Medicine
UCLA

PRONOVOST, Peter J., MD, PhD, FCCM
Dyrektor, *John Hopkins Quality and Safety Research Group*
John Hopkins Quality and Safety Research Group

SOULE, Barbara M., RN, MPA, CIC
Lider w dziedzinie praktyki
Kontrola i Zapobieganie Zakażeniom
Połączona Komisja Badawcza / Połączona Komisja Międzynarodowa

SCHECTER, William, P., MD
Profesor Chirurgii
Oddział Chirurgii
Szpital Ogólny San Francisco

CZŁONKOWIE Z URZĘDU *„EX-OFFICIO”*

Agencja ds. Rozwoju i Jakości w Opiece Zdrowotnej (AHRQ)
BAINE, William B., MD
Starszy Doradca Medyczny
Centrum Wyników i Danych

Centrum Opieki Medycznej i Usług Medycznych (CMS)
MILLER, Jeannie, RN, MPH
Zastępca Dyrektora Generalnego, Grupa ds. Standardów Medycznych

Agencja Żywności i Leków (FDA)
MURPHEY, Sheila A., MD
Dział Anestezjologii, Ogólne Zakażenia Szpitalne
Wyroby Kontrolne Stomatologiczne
Ośrodek ds. Wyrobów i Zdrowia Radiologicznego

OSOBY WSPÓŁPRACUJĄCE

Rada Doradcza ds. Walki z Gruźlicą (ACET)
STRICOF, Rachel L., MPH

Amerykański College ds. Medycyny Pracy i Środowiska
RUSSI, Mark, MD, MPH
Profesor Medycyny
Uniwersytet w Yale *School of Medicine*
Dyrektor, Medycyna Pracy
Szpital Yale – *New Haven*

Amerykańskie Towarzystwo Ochrony Zdrowia (AHCA)
FITZLER, Sandra L., RN
Starszy Dyrektor ds. Usług Klinicznych

Stowarzyszenie Szpitali Amerykańskich (AHA)
SCHULMAN, Roslyne, MHA, MBA
Dyrektor, Departament ds. Polityki Rozwoju

Stowarzyszenie Profesjonalistów ds. Kontroli Zakażeń i Epidemiologii, Inc. (APIC)
DeBAUN, Barbara, MSN, RN, CIC

Stowarzyszenie Zarejestrowanych Pielęgniarek Okołooperacyjnych
BLANCHARD, Joan C., RN, BSN

Stanowa i Terenowa Rada Epidemiologów (CSTE)
KAINER, Marion, MD, MPH
Dyrektor, Program Zapobiegania Zakażeniom Szpitalnym i Ochrony przed Mikroorganizmami
Dział Zdrowia w Tennessee

Narodowy Instytut Zdrowia (NIH)
HENDERSON, David, MD
Zastępca Dyrektora Generalnego ds. Opieki

Klinicznej
Zastępca Dyrektora ds. Epidemiologii Szpitalnej i Poprawy Jakości
Ośrodek Kliniczny NIH

Departament ds. Weteranów (VA)
ROSELLE, Gary A., MD
Dyrektor Programu Narodowego, Choroby Zakaźne
Biuro Główne VA
Ośrodek Kliniczny VA w Cincinnati

Stowarzyszenie Konsumentów
MCGIFFERT, Lisa
Starszy Analityk ds. Zdrowia
Dyrektor Projektu w Organizacji „Stop dla Zakażeń Szpitalnych"

Amerykańskie Towarzystwo Chorób Zakaźnych (IDSA)
HUSKINS, W. Charles MD, MSc
Oddział Zakaźnych Chorób Dziecięcych
Profesor Stowarzyszony ds. Pediatrii
Klinka Mayo

Kanadyjska Agencja Zdrowia Publicznego
PATON, Shirley, RN, MN
Starszy Doradca ds. Zakażeń powstałych w efekcie kontaktu z Opieką Medyczną
Ośrodek Chorób Zakaźnych i Kontroli Zakażeń

Amerykańskie Stowarzyszenie Epidemiologii w Opiece Zdrowotnej (SHEA)
MARAGAKIS, Lisa, MD
Adiunkt
Ośrodki Medyczne John'a Hopkinsa

Stowarzyszenie Medycyny Szpitalnej
SAINT, Sajany, MD, MPH
Dyrektor, Centrum Weteranów Ann Arbor / Program Poprawy Bezpieczeństwa Pacjentów Uniwersytetu w Michigan

Komisja Połączona
WISE, Robert A., MD
Wiceprezes
Wydział Standardów i Metod Kontroli

Nazwy handlowe oraz inne informacje służą wyłącznie identyfikacji i nie powinny być traktowane jako rekomendacja Amerykańskiego Ministerstwa Zdrowia i Usług Społecznych.

Korekta merytoryczna: Adam Szczeniowski

Podziękowania

Pragniemy podziękować Ingi Lee, MD, MSCE oraz Craig'owi A. Umscheid, MD, MSCE z Ośrodka Praktyki [Medycznej] (opartej na wiarygodnych i aktualnych publikacjach), Uniwersytetu w Pensylwanii, Filadelfia, PA, za prowadzenie systematycznego przeglądu literaturowego dot. zagadnień pojawiających się w trakcie procesu tworzenia wytycznych.

Ujawnienie kwestii dot. potencjalnego konfliktu interesów: N.P.O.'G. pełni funkcję członka zarządu ABIM Grupy ds. Intensywnej Opieki Medycznej. M.A. jest pracownikiem Stowarzyszenia Pielęgniarek Infuzyjnych, przyjmując honoraria od 3M, Becton Dickinson, Smiths Medical. L.A.B. pracuje jako konsultant Instytutu ds. Udoskonalania Służby Zdrowia, jest członkiem zarządu Theradoc, Medline. Honoraria od APIC, Clorox. E.P.D. jest konsultantem firm Merck, Baxter, Ortho-McNeil, Targanta, Schering-Plough, Optimer, Cadence, Cardinal, BDGeneOhm, WebEx, Cerebrio, i Tyco. Duża pomoc ze strony NIH. Płatności za odczyty ze strony firmy Merck. Płatność za udoskonalanie prezentacji edukacyjnej ze strony Medscape. Koszty związane z pokryciem wydatków za organizowanie spotkań i koszty podróży pokrywały ASHP, IDSA, ASM, Amerykański College Chirurgów, NQF, SHEA/CDC, HHS, Trauma Shock Inflammation and Sepsis Meeting (Monachium), Uniwersytet w Minnesocie. J.G. otrzymuje honoraria od firmy Ethicon. S.O.H. świadczy swoją pomoc w dziedzinie badań firmie Angiotech; honoraria od Angiotech, Merck. L.A.M świadczy swoją pomoc w dziedzinie badań firmie Astellas, Theravance, Pfizer; konsultacje dla Ash Access, Cadence, CorMedix, Catheter Connections, Carefusion, Sage, Bard, Teleflex; koszty związane z przygotowaniem rękopisu pokryła Catheter Connections. I.I.R. świadczy swoją pomoc w dziedzinie badań firmie Cubist, Enzon oraz Basilea; Udziały lub Opcje w Great Lakes Pharmaceuticalsand Inventive Protocol; Biuro Rzecznika firmy Cook, Inc.; Dochody z tytułu patentów (właścicielem patentów jest MD Anderson, wynalazcą jest Dr Raad: American Medical Systems, Cook, Inc., Cook urological, Teleflex, TyRx, Medtronic, Biomet, Great Lakes Pharmaceuticals. A.R. otrzymuje dochody z tytułu konsultingu od Eisai Pharmaceuticals, Discovery Laboratories. M.E.R. świadczy swoją pomoc w dziedzinie badań firmie Molnlycke, Cardinal Healthcare Foundation, Sanofi-Pasteur, 3M, oraz Cubist; Konsultacje dla firmy Semprus; Honoraria z tytułu odczytów pokrywały firmy 3M, Carefusion, Baxter oraz Becton Dickinson. Poprzednio świadczone usługi w charakterze Członka Zarządu Amerykańskiego Stowarzyszenia Epidemiologii w Opiece Zdrowotnej. W przypadku pozostałych autorów niniejszego dokumentu: brak konfliktu interesów.

Spis treści

Informacja dla czytającego 9
Wprowadzenie 12
Podsumowanie zaleceń 13
Edukacja, szkolenia i personel 13
Dobór kaniul i cewników oraz miejsc ich wprowadzenia 13
Kaniule (cewniki) obwodowe i cewniki pośrodkowe 13
Centralne cewniki żylne 14
Higiena rąk i technika aseptyczna 15
Środki ostrożności w zakresie stosowania Maksymalnie Sterylnych Barierowych Środków Ochrony 16
Przygotowanie skóry 16
Reguły dot. opatrunku w miejscu wprowadzenia cewnika 16
Mycie pacjenta 18
Metody mocowania cewnika (kaniuli) 18
Cewniki i mankiety impregnowane sntybiotykami/antyseptykami 18
Ogólnoustrojowa profilaktyka antybiotykowa 18
Maści antybiotykowe/antyseptyczne 18
„Korki" antybiotykowe, antybakteryjne płukanie cewnika oraz profilaktyka śluzy cewnika 19
Antykoagulanty 19
Wymiana cewników (kaniul) obwodowych i pośrodkowych 19
Wymiana centralnych cewników żylnych, w tym cewników PICC i cewników do hemodializy 19
Cewniki pępkowe 20
Obwodowe cewniki (kaniule) tętnicze oraz przyrządy do monitorowania ciśnienia u pacjentów dorosłych i dzieci 20
Wymiana zestawów do infuzji 21
Bezigłowe systemy dostępu dożylnego 22
Poprawa wyników 22

Podstawy informacji 23
Terminologia i szacowanie ryzyka 23
Epidemiologia i mikrobiologia u pacjentów dorosłych i dzieci 25
Patogeneza 25
Strategie w zakresie zapobiegania odcewnikowym zakażeniom u pacjentów dorosłych i dzieci 27
Edukacja, szkolenia i personel 27
Dobór kaniul i cewników oraz miejsc ich wprowadzenia 28
Zalecenia w zakresie kaniul obwodowych i cewników pośrodkowych (midline) 28
Zalecenia dot. centralnych cewników żylnych 28
Higiena rąk i technika aseptyczna 31
Środki ostrożności w zakresie stosowania Maksymalnie Sterylnych Barierowych Środków Ochrony 32
Przygotowanie skóry 32
Reguły dot. opatrunku w miejscu wprowadzenia cewnika 33
Mycie pacjenta 36
Metody umocowania cewnika (kaniuli) 37
Cewniki i mankiety impregnowane antybiotykami/antyseptykami 37
Ogólnoustrojowa profilaktyka antybiotykowa 39
Maści antybiotykowe/antyseptyczne 40
„Korki" antybiotykowe, antybakteryjne płukanie cewnika oraz profilaktyka śluzy cewnika 42
Antykoagulanty 44
Wymiana cewników (kaniul) obwodowych i pośrodkowych 45
Wymiana centralnych cewników żylnych, w tym cewników PICC i cewników do hemodializy 46
Cewniki pępkowe 49
Obwodowe cewniki (kaniule) tętnicze oraz przyrządy do monitorowania ciśnienia u pacjentów dorosłych i dzieci 50
Wymiana zestawów do infuzji 52
Bezigłowe systemy dostępu dożylnego 53
Poprawa wyników 56
Referencje 59

Informacja dla czytającego:

W roku 2009 Ośrodki ds. Zapobiegania i Kontroli Chorób (CDC) oraz ds. Komitet Doradczy ds. Kontroli Zakażeń w Ochronie Zdrowia (HICPAC) zintegrowały swoje działania w zakresie opracowania i wdrożenia wytycznych. (http://www.cdc.gov/hicpac/guidelineMethod/guidelineMethod.html). Nowa metodologia umożliwiła organizacjom CDC i HICPAC udoskonalenie wiarygodności i użyteczności opracowanych przez siebie wytycznych, nie pomijając jednocześnie wyzwań pojawiających się w trakcie procesu opracowywania wytycznych, a związanych z kwestiami zapobiegania i kontroli zakażeń. Niemniej jednak prace nad *Wytycznymi dot. Zapobiegania Odcewnikowym Zakażeniom Wewnątrznaczyniowym* rozpoczęto jeszcze przed opracowaniem nowej metodologii. Dlatego też wytyczne odzwierciedlają metody badawcze wykorzystane do ich opracowania przed rokiem 2009. Kolejny przegląd i rewizja prowadzona będzie już w oparciu o zaktualizowaną metodologię.

Uwagi redakcji do tłumaczenia w j. polskim*

Wszelkie uwagi i wyjaśnienia redakcji zostały wyróżnione kursywą i *. W celu zachowywania zwięzłości treści zachowano amerykańskie skróty w oryginalnej pisowni. Wyjaśnienie ich znaczenia podano w miejscu ich pierwszego pojawienia się w tekście oraz poniżej:

CVC – centralny cewnik żylny
PVC – obwodowe kaniule (cewniki) żylne
PICC – cewnik centralny wprowadzony z obwodu (przez żyłę obwodową)
BSI – zakażenie krwi
CRBSI – odcewnikowe zakażenia krwi
CLABSI – zakażenia krwi związane z obecnością kaniul wprowadzonych do żył centralnych
ICU – oddział intensywnej terapii
MSB – Maksymalnie sterylna bariera

Niniejsze wytyczne opracowane zostały dla personelu medycznego odpowiedzialnego za zakładanie cewników wewnątrznaczyniowych oraz dla osób odpowiedzialnych

za nadzorowanie i monitorowanie zakażeń w szpitalach, ambulatoriach oraz w przypadku pacjentów, którzy mają założony cewnik i przebywają we własnych domach. Raport niniejszy opracowany został przez grupę roboczą składającą się z członków profesjonalnych organizacji zajmujących się intensywną opieką medyczną, chorobami zakaźnymi, kontrolą zakażeń w służbie zdrowia, chirurgią, anestezjologią, radiologią interwencyjną, chorobami płuc, pediatrią oraz pielęgniarstwem. Pracami grupy roboczej kierowało Stowarzyszenie Intensywnej Opieki Medycznej (SCCM), we współpracy z takimi organizacjami, jak Amerykańskie Towarzystwo Chorób Zakaźnych (IDSA), Amerykańskie Stowarzyszenie Epidemiologii w Opiece Zdrowotnej (SHEA), Stowarzyszenie Zakażeń Chirurgicznych (SIS), Amerykańskie Kolegium Lekarzy Klatki Piersiowej (ACCP), Amerykańskie Towarzystwo Chorób Klatki Piersiowej (ATS), Amerykańskie Stowarzyszenie Anestezjologów Intensywnej Opieki Medycznej (ASCCA), Stowarzyszenie Profesjonalistów ds. Kontroli Zakażeń i Epidemiologii (APIC), Stowarzyszenie Pielęgniarek Infuzjyjnych (INS), Stowarzyszenie Pielęgniarek Onkologicznych (ONS), Amerykańskie Towarzystwo Żywienia Pozajelitowego i Dojelitowego (ASPEN), Stowarzyszenie Radiologii Interwencyjnej (SIR), Amerykańska Akademia Pediatrii (AAP), Stowarzyszenie Chorób Zakaźnych u Dzieci (PIDS) oraz Komitet Doradczy ds. Kontroli Zakażeń w Ochronie Zdrowia (HICPAC) Ośrodków ds. Kontroli i Zapobiegania Chorób (CDC). Wytyczne te mają zastąpić Wytyczne dot. Zapobiegania Odcewnikowym Zakażeniom Wewnątrznaczyniowym opublikowane w roku 2002. Zadaniem tych wytycznych jest dostarczenie zaleceń, opartych na wiarygodnych i aktualnych publikacjach dot. zapobiegania wewnątrznaczyniowym zakażeniom odcewnikowym. Główne obszary zainteresowania obejmują 1) edukowanie i szkolenie personelu służby zdrowia odpowiedzialnego za zakładanie i pielęgnację cewników; 2) zakładanie centralnego cewnika żylnego w możliwie maksymalnie sterylnych warunkach; 3) dezynfekowanie skóry z wykorzystaniem preparatów > 0,5% chlorheksydyny i alkoholu; 4) unikanie rutynowych wymian centralnych cewników żylnych, jako strategii zapobiegania zakażeniom; oraz 5) stosowanie impregnowanych antybiotykami/antyseptykami krótko-okresowych cewników do żyły centralnej oraz opatrunków z gąbek nasączonych chlorheksydyną w przypadkach, kiedy wskaźniki zakażeń nie maleją pomimo stosowania innych technik (tzn. edukacja i szkolenia, środki zapobiegawcze w postaci stosowania maksymalnie sterylnych środków barierowych oraz roztworów > 0,5% chlorheksydyny i alkoholu do antyseptyki skóry). Wytyczne te podkreślają poprawę wyników poprzez strategię wdrażania „pakietów" oraz dokumentowanie i raportowanie zgodności postępowania ze wszystkimi elementami wdrożonych pakietów, co spełniać ma zadania kryterium pomiaru w ramach poprawy polityki, jakości i wyników.

Podobnie jak w poprzednich wytycznych opublikowanych przez CDC i HICPAC każde zalecenie jest klasyfikowane w oparciu o dostępne doniesienia naukowe, podstawy teoretyczne, możliwość zastosowania oraz czynnik ekonomiczny. System klasyfikacji zaleceń wskazanych w niniejszych wytycznych jest następujący:

Kategoria IA: Bardzo zalecane do wdrożenia i dobrze poparte prawidłowo opracowanymi badaniami eksperymentalnymi, klinicznymi lub epidemiologicznymi.

Kategoria IB: Bardzo zalecane do wdrożenia i poparte ograniczoną liczbą badań eksperymentalnych, klinicznych lub epidemiologicznych oraz dobrze uzasadnione danymi teoretycznymi; lub zaakceptowaną praktyką (np. technika aseptyczna) popartą ograniczoną ilością dowodów.

Kategoria IC: Wymagane przez krajowe lub federalne przepisy lub standardy.

Kategoria II: Sugerowane do wdrożenia i poparte sugestywnymi badaniami klinicznymi lub epidemiologicznymi lub uzasadnieniem teoretycznym.

Kwestia nierozstrzygnięta. Ta kategoria reprezentuje kwestie nierozstrzygnięte, dla których dowody są niewystarczające lub też brak zgodności co do ich skuteczności.

Wprowadzenie

W Stanach Zjednoczonych każdego roku u pacjentów na oddziałach intensywnej opieki medycznej (ICU) cewniki do żyły centralnej (CVC) są obecne przez 15 milionów dni (cewniko-dni); (tzn. łączna ilość dni, podczas których pacjenci mają założone te cewniki pośród wszystkich pacjentów z wybranej populacji w wybranym okresie czasu) [1]. Badania w różny sposób odnosiły się do odcewnikowych zakażeń krwi (CRBSI). Zakażenia tego typu zwiększały, niezależnie od innych czynników, koszty szpitalne oraz wydłużały hospitalizację [2-5], ale nie miały niezależnego wpływu na wzrost wskaźników śmiertelności. Na oddziałach intensywnej opieki medycznej (ICU) odnotowuje się 80.000 przypadków CRBSI rocznie [1], a biorąc pod uwagę wszystkie oddziały szpitalne szacuje się łącznie 250.000 przypadków BSI [6]. W oparciu o kilkanaście różnych analiz stwierdzono, że zakażenia te są poważnym problemem, zarówno z punktu widzenia śmiertelności jak i kosztów. W celu poprawy wyników oraz obniżenia kosztów leczenia, w interesie świadczeniodawców, ubezpieczycieli, prawodawców oraz przedstawicieli pacjentów, jest obniżenie częstotliwości występowania tychże zakażeń. Wysiłek ten winien być podjęty na wielu obszarach, (interdyscyplinarnie) angażując lekarzy podejmujących decyzje o założeniu i usunięciu CVC, pracowników odpowiedzialnych bezpośrednio za założenie i pielęgnację cewników wewnątrznaczyniowych, pracowników odpowiedzialnych za kontrolowanie zakażeń, managerów służby zdrowia, naczelnego dyrektora (CEO) oraz tych wszystkich, którzy odpowiedzialni są za przydzielanie środków, a także pacjentów, którzy są w stanie uczestniczyć w procesie pielęgnacji swoich cewników.

Celem skutecznego programu prewencyjnego winna być eliminacja CRBSI ze wszystkich miejsc, gdzie świadczone są usługi opieki zdrowotnej. Mimo iż przeprowadzone programy zakończyły się sukcesem, eliminacja CRBSI to duże wyzwanie, wymagające ciągłej pracy. Celem przedsięwzięć omawianych w niniejszym dokumencie jest obniżenie wskaźnika *(CRBSI*)* do maksymalnie niskiego poziomu dla danej populacji pacjentów, wobec powszechnej obecności mikroorganizmów w środowisku człowieka oraz ograniczeń stosowanych aktualnie strategii i technologii.

Podsumowanie zaleceń

Edukacja, szkolenia i personel

1. Edukowanie pracowników służby zdrowia w zakresie wskazań do użycia cewnika wewnątrznaczyniowego, właściwych procedur zakładania i pielęgnacji cewników wewnątrznaczyniowych oraz odpowiednich środków kontrolowania zakażeń w celu zapobiegania zakażeniom odcewnikowym [7-15]. **Kategoria IA**
2. Okresowe sprawdzanie, czy personel odpowiedzialny za zakładanie i pielęgnację cewników wewnątrznaczyniowych zna informacje zawarte w wytycznych oraz czy stosuje się do tychże wytycznych [7-15]. **Kategoria IA**
3. Wyznaczanie wyłącznie przeszkolonych pracowników, którzy potwierdzili swoje kompetencje w zakresie zakładania i pielęgnacji obwodowych i centralnych cewników żylnych [14-28]. **Kategoria IA**
4. Obsadzenie oddziałów intensywnej opieki medycznej personelem pielęgniarskim na odpowiednim poziomie. Wyniki badań sugerują, że wyższe proporcje „słabo przygotowanych pielęgniarek" *(np. zatrudnianych w ramach tzw. prac interwencyjnych wzgl. dorywczo*)* lub podwyższony wskaźnik pacjent-pielęgniarka są powiązane ze wskaźnikiem CRBSI na tych oddziałach intensywnej opieki medycznej, gdzie pielęgniarki zajmują się pacjentami z CVC [29-31]. **Kategoria IB**

Dobór kaniul i cewników oraz miejsc ich wprowadzenia

Kaniule (cewniki) obwodowe (PVC) i cewniki pośrodkowe (midline)

1. W przypadku pacjentów dorosłych kaniulę należy wprowadzać do żyły na kończynie górnej. Kaniulę wprowadzoną do żyły na kończynie dolnej należy jak najszybciej zamienić na kaniulę wprowadzoną do żyły w kończynie górnej. **Kategoria II**
2. W przypadku dzieci jako miejsce wprowadzenia kaniuli wykorzystać można żyłę na kończynie dolnej lub górnej lub na głowie (u noworodków lub małych niemowląt) [32, 33]. **Kategoria II**

3. Należy wybrać kaniulę odpowiednią do sytuacji klinicznej i zadania oraz długości jej stosowania, znanych powikłań związanych z zakażeniem oraz pozostałych komplikacji (np. zapalenie żyły i infiltracja) a także doświadczenia osoby, która będzie odpowiedzialna za jej wprowadzenie [33-35]. **Kategoria IB**
4. Należy unikać stosowania metalowych igieł do podawania płynów i leków, które mogą prowadzić do martwicy tkanek w przypadku wynaczynienia [33, 34]. **Kategoria IA**
5. Jeśli czas trwania terapii może przekroczyć sześć dni, należy zamiast krótkiej kaniuli obwodowej stosować cewnik pośrodkowy (Midline*) lub wprowadzony obwodowo cewnik centralny (PICC). **Kategoria II**
6. Miejsce wprowadzenia cewnika należy kontrolować codziennie badając palpacyjnie poprzez opatrunek w celu wykrycia wrażliwości (bolesności) przy dotyku oraz wzrokowo, jeśli opatrunek jest przezroczysty. W przypadku braku klinicznych objawów zakażenia nie należy zdejmować opatrunku z gazy lub innych opatrunków nieprzezroczystych. W przypadku stwierdzenia miejscowej wrażliwości na dotyk lub innych objawów możliwego CRBSI należy zdjąć opatrunek nieprzezroczysty i skontrolować miejsce wprowadzenia cewnika wzrokowo. **Kategoria II**
7. W przypadku stwierdzenia objawów zapalenia żyły (ciepła skóra, zaczerwienienie, rumień lub wyczuwalne pod skórą zgrubienie żyły), zakażenia lub nieprawidłowości w zakresie funkcjonowania (np. zatkania) kaniuli/cewnika, należy kaniulę/cewnik obwodowy usunąć [36]. **Kategoria IB**

Centralne cewniki żylne (CVC)

„1. Należy porównac ryzyko i korzyści wprowadzenia cewnika centralnego w zalecanym miejscu (do żyły podobojczykowej – prz. red.) mającym na celu redukcję powikłań infekcyjnych, w stosunku do ryzyka wystąpienia powikłań mechanicznych (np. odma opłucnowa, punkcja tętnicy podobojczykowej, uszkodzenie żyły podobojczykowej, zwężenie żyły podobojczykowej, zakrzepica, zator powietrzny oraz wprowadzenie cewnika w niewłaściwym miejscu) [37-53]. **Kategoria IA**
2. Unikać wprowadzania cewnika centralnego do żyły udowej u pacjentów dorosłych [38, 50, 51, 54]. **Kategoria IA**
3. W celu minimalizacji ryzyka zakażeń związanych z obecnością nietunelizowanych CVC u osób dorosłych, należy wykorzystać raczej dostęp podobojczykowy, niż szyjny czy udowy [50-52]. **Kategoria IB**
4. Brak jest rekomendacji w zakresie zaleceń nt. wyboru miejsca wprowadzania tunelizowanych cewników CVC dla minimalizacji ryzyka zakażeń związanego z ich stosowaniem**. Kwestia nierozstrzygnięta**
5. W przypadku pacjentów poddawanych hemodializie oraz pacjentów z zaawansowaną chorobą nerek należy unikać dostępu podobojczykowego, co pozwoli uniknąć przypadków zwężenia żyły podobojczykowej [53, 55-58]. **Kategoria IA**

6. W przypadku pacjentów cierpiących na przewlekłą niewydolność nerek, celem stałego dostępu naczyniowego dla potrzeb dializy, zamiast CVC należy stosować przetokę tętniczo-żylną lub protezę naczyniową [59]. **Kategoria IA**
7. Centralny cewnik żylny należy wprowadzać pod kontrolą USG (o ile taka technologia jest dostępna), co ma na celu ograniczenie ilości prób kaniulacji i powikłań mechanicznych. Wprowadzanie cewnika pod kontrolą USG winno być wykonywane wyłącznie przez personel w pełni przeszkolony w tej technice [60-64]. **Kategoria IB**
8. Należy stosować CVC z minimalną, potrzebną w danym przypadku, liczbą świateł i portów [65-68]. **Kategoria IB**
9. W zakresie wykorzystania konkretnego światła na potrzeby żywienia pozajelitowego brak jest zaleceń. **Kwestia nierozstrzygnięta**
10. Należy jak najszybciej usunąć cewnik wewnątrznaczyniowy, który nie jest już dłużej potrzebny [69-72]. **Kategoria IA**
11. W przypadku niemożności postępowania zgodnie z techniką aseptyczną (tzn. cewnik jest zakładany w sytuacji ratowania życia), należy jak najszybciej wymienić tak założony cewnik, tzn. w przeciągu 48 godzin [37, 73-76]. **Kategoria IB**

Higiena rąk i technika aseptyczna

1. Wdrożyć procedury higieniczne rąk, polegające na myciu rąk wodą ze zwykłym mydłem lub z wykorzystaniem roztworów na bazie alkoholi (ABHR). Ręce należy myć przed i po zakończeniu kontroli palpacyjnej (dotykowej) miejsca wprowadzenia cewnika, jak również przed i po wprowadzeniu, wymianie, kontroli, naprawie cewnika wewnątrznaczyniowego oraz po i przed zmianą opatrunku. Planowanego miejsca wkłucia kaniuli/wprowadzenia cewnika, po nałożeniu środka antyseptycznego nie należy dotykać (*badać palpacyjnie*),* chyba że utrzymane są warunki aseptyczne *(stosowane sterylne rękawiczki*)* [12, 77-79]. **Kategoria IB**
2. W przypadku wprowadzania i pielęgnacji cewników wewnątrznaczyniowych należy zapewnić warunki aseptyczne [37, 73, 74, 76]. **Kategoria IB**
3. W trakcie wprowadzania kaniuli obwodowej, w przypadku kiedy miejsce wprowadzenia nie będzie dotykane po nałożeniu środka do antyseptyki skóry, należy zamiast rękawic sterylnych stosować czyste rękawice. **Kategoria IC**
4. Sterylne rękawice należy stosować w trakcie wprowadzania cewnika tętniczego, centralnego i pośrodkowego [37, 73, 74, 76]. **Kategoria IA**
5. Gdy wykonuje się wymianę cewnika naczyniowego na nowy z użyciem prowadnicy, przed rozpoczęciem pracy z nowym cewnikiem, należy zdjąć stare i założyć nowe rękawice sterylne. **Kategoria II**
6. W czasie wymiany opatrunku cewnika wewnątrznaczyniowego należy zakładać czyste lub sterylne rękawice. **Kategoria IC**

Środki ostrożności w zakresie stosowania Maksymalnie Sterylnych Barierowych Środków Ochrony (Maksymalnie Sterylnej Bariery)*

1. W trakcie wprowadzania CVC, PICC lub wymiany z użyciem prowadnicy należy przestrzegać środków ostrożności w zakresie utrzymania maksymalnie sterylnych Barierowych Środków Ochrony tj. czepka, maski, sterylnego fartucha, sterylnych rękawic oraz sterylnego obłożenia całego ciała [14, 75, 76, 80]. **Kategoria IB**
2. W celu ochrony cewników do tętnicy płucnej należy w trakcie ich wprowadzania stosować rękaw sterylny [81]. **Kategoria IB**

Przygotowanie skóry

1. Przed wprowadzeniem obwodowej kaniuli żylnej należy zdezynfekować czystą *(umytą wcześniej*)* skórę za pomocą antyseptyku (70% roztwór alkoholu, jodyny lub alkoholowego roztworu glikonianu chlorheksydyny) [82]. **Kategoria IB**
2. Przed wprowadzeniem centralnego cewnika żylnego i obwodowego cewnika tętniczego oraz w trakcie wymiany opatrunku, należy przygotować skórę z użyciem > 0,5% roztworu chlorheksydyny z alkoholem. Jeśli w danym przypadku zastosowanie chlorheksydyny jest przeciwwskazane, można użyć zamiennie jodyny, jodowanego poliwidonu lub 70% alkoholu [82, 83]. **Kategoria IA**
3. Nie przeprowadzono żadnych badań porównawczych nt. skuteczności w zakresie przygotowania oczyszczonej skóry alkoholowymi roztworami chlorheksydyny a alkoholowymi roztworami poliwidonu jodu. **Kwestia nierozstrzygnięta**
4. Brak jakichkolwiek zaleceń dot. skuteczności i bezpieczeństwa chlorheksydyny u niemowląt < 2. miesiąca życia. **Kwestia nierozstrzygnięta**
5. Przed założeniem kaniuli/cewnika, należy skórę zdezynfekowaną za pomocą antyseptyka pozostawić do wyschnięcia, zgodnie z zaleceniami producenta danego antyseptyka [82, 83]. **Kategoria IB**

Reguły dot. opatrunku w miejscu wprowadzenia kaniuli*/cewnika

1. W celu zaopatrzenia miejsca wprowadzenia *kaniuli**/cewnika należy stosować opatrunki ze sterylnej gazy lub sterylne, przezroczyste i półprzepuszczalne opatrunki [84-87]. **Kategoria IA**
2. W przypadku dużego wydzielania potu, lub w razie krwawienia lub przesączania w miejscu wprowadzenia *kaniuli**/cewnika, należy aż do rozwiązania tego problemu stosować opatrunki z gazy [84-87]. **Kategoria II**
3. Opatrunek należy wymienić w razie stwierdzenia, że jest przesiąknięty *(zmoczony*)*, poluzowany lub zabrudzony [84, 85]. **Kategoria IB**
4. Na skórę w miejscu wprowadzenia cewnika nie należy stosować działających miejscowo maści antybiotykowych ani kremów, za wyjątkiem cewników do dializy,

gdyż może to wspomagać rozwój zakażeń grzybiczych i zwiększać oporność antybakteryjną [88, 89]. **Kategoria IB**

5. Nie należy zanurzać cewnika ani miejsca wprowadzenia cewnika w wodzie. Zezwala się na mycie z użyciem natrysku o ile zostaną podjęte środki ostrożności w celu zminimalizowania prawdopodobieństwa przedostania się mikroorganizmów do wnętrza cewnika. Miejsce wprowadzenia należy w trakcie mycia pacjenta zabezpieczyć (np. cewnik i łącznik są zabezpieczone wodoodporną osłoną) [90-92]. **Kategoria IB**
6. Opatrunek z gazy w przypadku krótko-okresowych CVC zmieniać co 2 dni. **Kategoria II**
7. Opatrunek przezroczysty w przypadku krótko-okresowych CVC zmieniać co 7 dni, za wyjątkiem tych pacjentów pediatrycznych, u których ryzyko przemieszczenia cewnika może być większe niż korzyści płynące z wymiany opatrunku [87, 93]. **Kategoria IB**
8. Opatrunek przezroczysty na miejscu wprowadzenia CVC tunelizowanego lub implantowanego należy zmieniać nie częściej, niż raz na tydzień (chyba, że opatrunek ulegnie wcześniej zabrudzeniu lub obluzowaniu), aż do momentu zagojenia się miejsca wprowadzenia cewnika. **Kategoria II**
9. Brak zaleceń odnośnie konieczności stosowania jakichkolwiek opatrunków na dobrze wygojonych miejscach wprowadzenia długo-okresowych CVC z mankietem i tunelizowanych. **Kwestia nierozstrzygnięta**
10. Należy upewnić się, że pielęgnacja miejsca wprowadzenia cewnika jest odpowiednia do materiału, z jakiego wykonany jest cewnik *(np. zgodność ze stosowanym środkiem dezynfekcyjnym*)* [94, 95]. **Kategoria IB**
11. W przypadku cewników do tętnicy płucnej należy stosować rękaw sterylny [81]. **Kategoria IB**
12. Stosowanie gąbek nasączonych chlorheksydyną w przypadku czasowych krótko-okresowych cewników u pacjentów powyżej 2. miesiąca życia, jeśli wskaźnik zakażeń krwi związanych z linią centralną (CLABSI) nie maleje, mimo stosowania się do podstawowych środków zapobiegawczych, wliczając edukowanie i szkolenia, właściwe stosowanie chlorheksydyny do dezynfekcji skóry oraz maksymalnie sterylnych środków barierowych (MSB). [93, 96-98]. **Kategoria IB**
13. Brak zaleceń w zakresie innych typów opatrunków z chlorheksydyną. **Kwestia nierozstrzygnięta**
14. W trakcie wymiany opatrunku należy zbadać miejsce wprowadzenia cewnika wzrokowo, a przy nienaruszonym opatrunku należy miejsce to badać „dotykiem" w regularnych odstępach czasowych. Częstotliwość tych kontroli zależy od stanu klinicznego pacjenta. W przypadku stwierdzenia zaczerwienienia miejsca wprowadzenia cewnika, podwyższonej temperatury bez wyraźnej przyczyny lub innych objawów sugerujących zakażenie miejscowe lub krwi, należy zdjąć opatrunek celem dokładnego zbadania miejsca wprowadzenia cewnika [99-101]. **Kategoria IB**

15. Należy zachęcić pacjenta do zgłaszania o wszelkich, zaobserwowanych przez niego zmianach dot. miejsca wprowadzenia cewnika oraz o zmianach w zakresie uczucia dyskomfortu związanego z wprowadzonym cewnikiem. **Kategoria II**

Mycie pacjenta

Stosowanie 2% roztworu chlorheksydyny do codziennego mycia pacjenta w celu minimalizacji CRBSI [102-104]. **Kategoria II**

Metody mocowania cewnika

W celu redukcji ryzyka zakażenia cewników wewnątrznaczyniowych, do przymocowania cewnika nie należy stosować nici chirurgicznych [105]. **Kategoria II**

Cewniki i mankiety impregnowane antybiotykami/antyseptykami

Jeśli po skutecznym wdrożeniu kompleksowej strategii redukcji wskaźnika CLABSI, wartości tego wskaźnika nie maleją, w przypadku pacjentów wymagających stosowania cewnika > 5 dni należy stosować CVC impregnowane chlorheksydyną/solą srebrową sulfadiazyny lub minocykliną/rifampicyną. Strategia kompleksowa winna składać się z co najmniej trzech następujących komponentów: szkolenie personelu odpowiedzialnego za wprowadzenie i pielęgnację cewnika, stosowanie środków ostrożności w zakresie maksymalnie sterylnej bariery, oraz stosowanie > 0,5% roztworu chlorheksydyny z alkoholem do antyseptyki skóry w trakcie wprowadzania CVC [106-113]. **Kategoria IA**

Ogólnoustrojowa profilaktyka antybiotykowa

Nie należy stosować rutynowej ogólnoustrojowej profilaktyki antybiotykowej przed wprowadzeniem lub w trakcie stosowania cewnika wewnątrznaczyniowego w celu zapobiegania kolonizacji cewnika lub CRBSI [114]. **Kategoria IB**

Maści antybiotykowe/antyseptyczne

Stosowanie maści antyseptycznej z poliwidonem jodu lub maści z bacytracyną/gramicydyną/polimiksyną B każdorazowo po wprowadzeniu cewnika do hemodializy, oraz po zakończeniu każdej dializy tylko w przypadku, kiedy maść nie wchodzi w interakcje z materiałem z jakiego wykonany jest cewnik do hemodializy, zgodnie z informacją producenta [59, 115-119]. **Kategoria IB**

„Korki" antybiotykowe, antybakteryjne płukanie cewnika oraz profilaktyka śluzy cewnika

W przypadku pacjentów, u których stosowany jest cewnik długookresowy, a u których stwierdzono wcześniej wielokrotne CRBSI mimo stosowania optymalnej techniki aseptycznej, stosować należy „korki" z roztworów przeciwbakteryjnych [120-138]. **Kategoria II**

Antykoagulanty

Nie należy stosować rutyno antykoagulantów w celu minimalizacji ryzyka zakażeń odcewnikowych [139]. **Kategoria II**

Wymiana Kaniul Obwodowych i Pośrodkowych

1. W celu redukcji ryzyka zakażenia i zapalenia żyły u dorosłych nie ma potrzeby dokonywania wymiany kaniul obwodowych częściej, niż co 72-96 godzin [36, 140, 141]. **Kategoria IB**
2. Brak zaleceń dot. wymiany kaniul obwodowych u dorosłych poza tymi, które są wskazane z klinicznego punktu widzenia [142-144]. **Kwestia nierozstrzygnięta**
3. Kaniule obwodowe u dzieci należy zmieniać tylko, jeśli jest to wskazane z klinicznego punktu widzenia [32, 33]. **Kategoria IB**
4. Cewnik pośrodkowy należy wymieniać tylko, jeśli jest to wskazane. **Kategoria II**

Wymiana centralnych cewników żylnych, w tym cewników PICC i cewników do hemodializy

1. Nie należy wymieniać rutyno CVC, PICC, cewników do hemodializy ani cewników do tętnicy płucnej w celu zapobiegania zakażeniom odcewnikowym. **Kategoria IB**
2. Nie należy usuwać CVC ani PICC jeśli u pacjenta jedynym objawem jest gorączka. Należy dokonać oceny klinicznej w odniesieniu do zasadności usunięcia cewnika, jeśli istnieje zakażenie w innym miejscu, lub gdy istnieje podejrzenie, że wzrost temperatury nie został wywołany przez zakażenie. **Kategoria II**
3. Nie należy rutynowo wymieniać cewników nietunelizowanych z użyciem prowadnicy w celu zapobiegania zakażeniom. **Kategoria IB**
4. Nie należy stosować wymiany cewnika nietunelizowanego, w odniesieniu do którego jest podejrzenie zakażenia z użyciem prowadnika. **Kategoria IB**
5. Jeśli nie ma objawów zakażenia, można wymieniać cewniki nietunelizowane w przypadku ich nieprawidłowego funkcjonowania z wykorzystaniem prowadnika. **Kategoria IB**

6. Gdy wykonuje się wymianę cewnika naczyniowego na nowy z użyciem prowadnicy, przed rozpoczęciem pracy z nowym cewnikiem, należy zdjąć stare i założyć nowe rękawice sterylne. **Kategoria II**

Cewniki pępkowe

1. W przypadku wystąpienia CRBSI, niewydolności naczyniowej kończyny dolnej lub zakrzepicy żylnej należy usunąć i nie zakładać kolejnego cewnika do tętnicy pępkowej [145]. **Kategoria II**
2. W przypadku wystąpienia CRBSI lub zakrzepicy żylnej należy usunąć i nie zakładać kolejnego cewnika do żyły pępkowej [145]. **Kategoria II**
3. Brak jest zaleceń dot. ratowania zagrożonego cewnika pępkowego poprzez terapię antybiotykową podawaną przez cewnik. **Kwestia nierozstrzygnięta**
4. Przed wprowadzeniem cewnika pępkowego należy zdezynfekować miejsce jego wprowadzenia. W związku z potencjalnym oddziaływaniem na tarczycę noworodka nie należy stosować do tego celu jodyny. Można stosować inne produkty zawierające jod (np. powidon jodu) [146-150]. **Kategoria IB**
5. Na skórę w miejscu wprowadzenia cewnika pępkowego nie należy stosować działających miejscowo maści antybiotykowych ani kremów, gdyż może to wspomagać rozwój zakażeń grzybiczych i zwiększać oporność antybakteryjną [88, 89]. Kategoria IB
6. Do płynów podawanych na drodze infuzji przez cewnik do tętnicy pępkowej należy dodawać niewielkie dawki heparyny (0,25-1,0 U/ml) [151-153]. **Kategoria IB**
7. Cewniki pępkowe należy usuwać jak najszybciej, tzn. gdy już nie są dłużej potrzebne oraz każdorazowo w przypadku stwierdzenia niewydolności naczyniowej kończyny dolnej. Jako rozwiązanie optymalne uznaje się, że cewniki pępkowe w tętnicy nie powinny być stosowane dłużej niż 5 dni [145, 154]. **Kategoria II**
8. Cewniki założone do żyły pępkowej winny być usuwane gdy tylko nie są dłużej potrzebne, ale w przypadku zachowywania warunków aseptyki mogą być stosowane do 14 dni [155, 156]. **Kategoria II**
9. Cewnik pępkowy można wymienić, jeśli nie funkcjonuje prawidłowo i jednocześnie brak jest wskazań do jego usunięcia, a łączny okres cewnikowania nie przekroczył 5 dni w przypadku cewnika w tętnicy pępkowej i 14 dni w przypadku cewnika w żyle pępkowej. **Kategoria II**

Obwodowe cewniki (kaniule) tętnicze oraz przyrządy do monitorowania ciśnienia u pacjentów dorosłych i dzieci

1. W przypadku pacjentów dorosłych, w celu obniżania ryzyka zakażenia, jako miejsce wprowadzenie kaniuli/cewnika preferowane są dostępy w tętnicy promieniowej, ramiennej lub tętnicy grzbietowej stopy, w stosunku do tętnicy udowej lub pachowej [46, 47, 157, 158]. **Kategoria IB**

2. W przypadku dzieci nie należy stosować dostępu do tętnicy ramiennej. Preferuje się dostęp promieniowy, z łuku grzbietowego stopy lub tylny piszczelowy, niż udowy czy pachowy [46]. **Kategoria II**
3. W trakcie wprowadzania kaniuli/obwodowego cewnika tętniczego stosować należy co najmniej czepek, maskę, sterylne rękawice i małe sterylne obłożenie z okienkiem [476, 158, 159]. **Kategoria IB**
4. W trakcie wprowadzania cewnika do tętnicy pachowej lub udowej należy stosować środki ostrożności w celu zapewnienia maksymalnie sterylnej bariery. **Kategoria II**
5. Cewniki tętnicze należy zmieniać tylko jeśli jest to klinicznie wskazane. **Kategoria II**
6. Cewnik tętniczy należy usunąć gdy tylko nie będzie już dłużej potrzebny. **Kategoria II**
7. Należy stosować jeśli to możliwe, raczej jednorazowe niż wielokrotnego użytku przetworniki ciśnienia [160, 164]. **Kategoria IB**
8. W celu zapobiegania zakażeniom odcewnikowym nie należy rutynowo zmieniać cewników tętniczych [165, 166, 167, 168]. **Kategoria II**
9. Przetworniki jednorazowego lub wielorazowego użytku należy wymieniać co 96 godzin. Pozostałe komponenty systemu (w tym dreny, przyrządy do płukania, roztwory do płukania) należy wymieniać w tym samym czasie co przetwornik [37, 161]. **Kategoria IB**
10. Należy utrzymywać wszystkie komponenty systemu do monitorowania ciśnienia (w tym przyrządy do kalibracji i roztwór do płukania) w stanie sterylnym [160, 169-171]. **Kategoria IA**
11. Należy ograniczyć do minimum liczbę manipulacji i otwierania (aktów dostępu) systemu do monitorowania ciśnienia. Należy stosować raczej zamknięty system do płukania (tzn. płukanie ciągłe), niż system otwarty (tzn. taki, który wymaga strzykawki i kranika), co służyć ma utrzymaniu drożności cewników do monitorowania ciśnienia [163, 172]. **Kategoria II**
12. Jeśli system do monitorowania ciśnienia jest wyposażony w membranę, a nie w zawór odcinający, wówczas przed podłączeniem do systemu należy zdezynfekować membranę za pomocą odpowiedniego antyseptyka [163]. **Kategoria IA**
13. Poprzez system do monitorowania ciśnienia nie należy podawać roztworów zawierających dekstrozę, ani roztworów do żywienia pozajelitowego [163, 173, 174]. **Kategoria IA**
14. Jeśli stosowane są elementy przetwornika wielorazowego użytku, wówczas należy sterylizować je zgodnie z zaleceniami producenta [163, 173-176]. **Kategoria IA**

Wymiana zestawów do infuzji

1. W przypadku pacjentów, którzy nie otrzymują transfuzji krwi, produktów krwi ani emulsji tłuszczowych, wymiana zestawów do infuzji, które są w ciągłym użyciu, w tym zestawy dodatkowe i przyrządy pomocnicze, winna odbywać się nie częściej niż co 96 godzin, [177], ale nie rzadziej, niż raz na 7 dni [187-181]. **Kategoria IA**

2. Brak zaleceń dot. częstości wymiany zestawów do podawania wykorzystywanych okresowo. **Kwestia nierozstrzygnięta**
3. Brak zaleceń dot. częstości wymiany igieł do portów implantowanych. **Kwestia nierozstrzygnięta**
4. Dreny wykorzystywane do podawania krwi, produktów krwi lub emulsji tłuszczowych (tych, które są podawane łącznie z aminokwasami i glukozą w mieszaninach 3-w-1 lub podawanych osobno na drodze infuzji) należy wymieniać nie później, niż 24 godziny od momentu rozpoczęcia infuzji [182-185]. **Kategoria IB**
5. Dreny wykorzystywane do podawania propofolu należy wymieniać co 6 lub 12 godzin, w trakcie wymiany fiolki, zgodnie z zaleceniami producenta (strona internetowa FDA Medwatch) [186]. **Kategoria IA**
6. Brak zaleceń dot. czasu, przez jaki igła do portów implantowanych może pozostawać w miejscu wkłucia. **Kwestia nierozstrzygnięta**

Bezigłowe systemy dostępu dożylnego

1. Komponenty bezigłowe należy wymieniać z taką samą częstotliwością jak zestawy do infuzji/podawania. Nie stwierdzono żadnych korzyści płynących z wymieniania tychże komponentów częściej niż co 72 godziny [39, 187-193]. **Kategoria II**
2. W celu redukcji wskaźników zakażeń, łączniki bezigłowe należy wymieniać nie częściej niż co 72 godziny lub zgodnie z zaleceniami producenta [187, 189, 192, 193]. **Kategoria II**
3. W celu minimalizacji wycieków i przypadków uszkodzenia systemu należy upewnić się, że wszystkie komponenty systemu są kompatybilne ze sobą [194]. **Kategoria II**
4. Ryzyko skażenia i zanieczyszczenia należy zminimalizować poprzez przecieranie portu z użyciem odpowiedniego antyseptyku (chlorheksydyna, poliwidon jod, lub alkohol 70%) oraz wprowadzanie do portu wyłącznie sterylnych elementów [189, 192, 194-196]. **Kategoria IA**
5. Należy używać systemu bezigłowego w celu dostępu do drenów *(zestawów do infuzji*)* dożylnych. **Kategoria IC**
6. W przypadku stosowania systemów bezigłowych preferowane są zawory z przegrodą podzielną, w przeciwieństwie do niektórych zaworów mechanicznych, gdyż stosowanie tych drugich wiąże się z większym ryzykiem zakażeń [197-200]. **Kategoria II**

Poprawa wyników

Wielopłaszczyznowe strategie postępowania opracowane na użytek wewnętrzny (przez konkretny szpital) lub we współpracy między wieloma jednostkami należy łączyć w pakiety (bundle) w celu zwiększenia ich zgodności z zalecanymi praktykami, opartymi na wiarygodnych i aktualnych dowodach naukowych (Evidence Based Practices). [15, 69, 70, 201-205]. **Kategoria IB**

Podstawy informacji

Terminologia i szacowanie ryzyka

Terminologia stosowana na potrzeby identyfikacji różnych rodzajów cewników może być myląca, ponieważ różni klinicyści i badacze biorą pod uwagę różne aspekty na potrzeby ich rozróżniania. Cewniki można podzielić w zależności od naczynia krwionośnego, do którego ma być wprowadzony (np. żylny obwodowy, centralny żylny lub tętniczy); w zależności od długości stosowania (np. czasowy lub krótko-okresowy (*krócej niż 10 dni*) oraz permanentny lub długo-okresowy); w zależności od miejsca wprowadzenia (np. podobojczykowy, udowy, szyjny wewnętrzny, obwodowy i cewnik centralny wprowadzany z obwodu [PICC]); w zależności od techniki wprowadzania do naczynia przez skórę (np. tunelizowany i nietunelizowany); w zależności od długości (np. długie i krótki); lub też w zależności od pewnych cech charakterystycznych cewnika (np. cewniki z lub bez mankietu, impregnowane heparyną, antybiotykiem lub antyseptykiem, liczba świateł). W celu dokładnego scharakteryzowania konkretnego typu cewnika należy opisać wszystkie powyższe parametry (Tabela 1).

Podobnie mylące mogą być terminy stosowane do opisu zakażeń odcewnikowych, ponieważ terminy „zakażenia odcewnikowe krwi" (CRBSI) oraz „zakażenia krwi związane z obecnością kaniul wprowadzonych do żył centralnych" (CLABSI) są często stosowane zamiennie, mimo faktu, że ich znaczenia są odmienne.

CRBSI to definicja kliniczna stosowana w przypadku diagnozowania i leczenia pacjentów wymagających specyficznych badań laboratoryjnych, które pozwalają w bardziej dokładny sposób zidentyfikować cewnik, jako źródło zakażenia krwi (BSI). Nie jest zwykle wykorzystywana do celów nadzoru. Często problematyczne jest precyzyjne ustalenie, czy BSI zaliczyć należy do CRBSI z uwagi na kliniczne potrzeby pacjenta (cewnik nie zawsze jest usuwany), ograniczoną dostępność metod mikrobiologicznych (wiele laboratoriów nie stosuje ilościowych kultur krwi lub różnicowania czasu w celu potwierdzenia wyników), zgodności proceduralne personelu bezpośrednio odpowiedzialnego za opiekę nad pacjentem (etykietowanie musi być dokładne). Prostsze definicje są często stosowane na potrzeby nadzoru. Na przykład, termin CLABSI stosowany jest przez Krajowy System Bezpieczeństwa Szpitalnego (NHSN) (patrz informacje dot. NHSN CLABSI) [206]. CLABSI to pierwotna postać BSI w przypadku pacjenta, który miał założoną linię centralną w okresie 48 godzin przed wystąpieniem BSI i nie jest to zakażenie krwi związane z zakażeniem, do jakiego doszło w innym miejscu. Ponieważ niektóre przypadki BSI są wtórne do innych źródeł infekcji niż linia centralna (np. zapalenie trzustki, zapalenie ślużówki), które są niełatwo rozpoznawalne, to definicja CLABSI dla celów nadzoru może zawyżać prawdziwą częstość występowania przypadków CRBSI.

Tabela 1. Cewniki wykorzystywane do wytworzenia dostępu żylnego i tętniczego

Rodzaj cewnika	Miejsce wprowadzenia	Długość	Uwagi
Obwodowe kaniule/ cewniki żylne	Zwykle wprowadzane do żyły na przedramieniu lub ręce	< 3 cali (*7,6 cm*)	Zapalenie żyły w efekcie przedłużonego stosowania cewnika; zwykle rzadko powiązane z zakażeniem krwi
Obwodowe kaniule/ cewniki tętnicze	Zwykle wprowadzane do tętnicy promieniowej; mogą być umieszczane w tętnicach udowych, pachowych, ramiennych, tylnych piszczelowych	< 3 cali (*7,6cm*)	Niewielkie ryzyko infekcji; zwykle rzadko powiązane z zakażeniem krwi
Cewniki pośrodkowe (midline)	Wprowadzane z dołu łokciowego do bliższych żył odłokciowych lub głowowych; nie wnika do żył centralnych, Cewniki obwodowe	od 3 do 8 cali (*7,6 cm – 20 cm*)	Donoszono o przypadkach reakcji anafilaktycznych w efekcie stosowania cewników wykonanych z elastomerowego hydrożelu; niższe wskaźniki zapalenia żyły niż w przypadku krótkich cewników obwodowych (kaniul)
Nietunelizowane cewniki do żyły centralnej	Wprowadzany przezskórne do żył centralnych (podobojczykowej, wewnętrznej szyjnej lub udowej)	≥ 8 cm w zależności od anatomii pacjenta	Uważa się, że powodują najwięcej przypadków CRBSI
Cewniki do tętnicy płucnej	Wprowadzany poprzez teflonowy introducer do żyły centralnej (podobojczykowej, wewnętrznej szyjnej lub udowej)	≥ 30 cm w zależności od anatomii pacjenta	Zwykle powlekane heparyną; podobne wartości wskaźników zakażenia krwi jak CVC; w celu redukcji ryzyka zakażeń preferowany jest dostęp podobojczykowy
Wprowadzane z obwodu cewniki do żyły centralnej (PICC)	Wprowadzane przez żyłę odłokciową, odpromieniową lub ramienną i wchodzą do żyły głównej górnej	≥ 20 cm w zależności od anatomii pacjenta	Niższy wskaźnik zakażeń niż w przypadku nietunelowanych CVC
Tunelowane cewniki do żyły centralnej	Implantowane do żył podobojczykowych, wewnętrznych szyjnych lub udowych	≥ 8 cm w zależności od anatomii pacjenta	Mankiety hamują migrację mikroorganizmów do kanału wkłucia cewnika; niższy wskaźnik zakażeń niż w przypadku nie-tunelowanych CVC
Całkowicie implantowane	Tunelizowany pod skórą i wyposażony w podskórny port dostępny za pomocą igły; implantowany przez żyłę podobojczykową lub wewnętrzną szyjną	≥ 8 cm w zależności od anatomii pacjenta	Najmniejsze ryzyko CRBSI; poprawa w zakresie komfortu pacjenta; brak konieczności pielęgnacji miejsca wprowadzenia cewnika; w celu usunięcia cewnika konieczne jest wykonanie zabiegu chirurgicznego
Cewniki pępkowe	Wprowadzany do żyły lub tętnicy pępkowej	≤ 6 cm w zależności od anatomii pacjenta	Ryzyko CRBSI podobne tak w przypadku cewników wprowadzanych do żyły pępkowej jak tętnicy pępkowej

Epidemiologia i mikrobiologia u pacjentów dorosłych i dzieci

Krajowe szacunki dot. wskaźników CLABSI są dostępne w ramach CDC NHSN – systemu nadzoru zakażeń wywołanych wskutek kontaktu ze służbą zdrowia. Są też dostępne na stronach internetowych CDC. Najnowszy raport zwraca uwagę na dane pochodzące z 1.545 szpitali w 48 stanach i Dystryktu Columbia, gdzie monitorowano zakażenia na więcej niż jednym oddziale intensywnej opieki medycznej i/lub innym oddziale (np. strefy opieki nad pacjentem, oddziały) [207]. Ponieważ wskaźniki BSI są uzależnione od czynników związanych z pacjentem, jak ciężkość i rodzaj choroby (np. oparzenia trzeciego stopnia vs. stan po zabiegu kardiochirurgicznym), czynników powiązanych z zastosowanym cewnikiem (jak np. warunki w jakich cewnik został wprowadzony oraz rodzaj cewnika) oraz czynników instytucjonalnych (np. liczba łóżek, przynależność ośrodka do uczelni medycznej), dlatego też skumulowane wskaźniki dot. ryzyka mogą być wykorzystywane jako punkty odniesienia, w oparciu o które można porównywać zarówno szpitale między sobą, jak i oddziały jednego szpitala.

Najczęściej zgłaszanymi patogenami odpowiedzialnymi za zakażenia pozostają Gronkowce koagulazo-ujemne, Gronkowiec złocisty, enterokoki oraz *Candida* spp [208]. Gram-ujemne laseczki są odpowiedzialne za 19% i 21% przypadków CLABSI zgłoszonych do baz danych odpowiednio CDC [209] oraz Nadzoru i Kontroli Patogenów Epidemiologicznie Istotnych (SCOPE) [208].

Dla wszystkich powszechnie występujących patogenów wywołujących CLABSI problemem pozostaje oporność antybakteryjna, szczególnie w przypadku pacjentów na oddziałach intensywnej opieki medycznej. Mimo, że oporny na metycylinę *Staphylococcus aureus* (MRSA) stanowi obecnie ponad 50% wszystkich posiewów uzyskiwanych od pacjentów na oddziałach intensywnej opieki medycznej, to częstość występowania przypadków MRSA CLABSI zmalała w ostatnich latach, prawdopodobnie w rezultacie strategii prewencyjnych [210]. W zakresie pałeczek gram-ujemnych oporność bakteryjna na cefalosporyny trzeciej generacji wśród *Klebsiella pneumoniae* oraz E.coli znacząco wzrosła, podobnie jak oporność na imipenem i ceftazydynę wśród *Pseudomonas aeruginosa* [209]. *Candida* spp notuje znaczący wzrost oporności na flukonazol.

Patogeneza

Znane są cztery rozpoznane drogi skażenia cewnika: 1) migracja organizmów znajdujących się na skórze w miejscu wprowadzenia cewnika do wnętrza kanału, jaki został wykonany w skórze w celu wprowadzenia cewnika i dalej po powierzchni cewnika z kolonizacją końcówki cewnika; jest to najpowszechniej występująca droga zakażenia związanego z cewnikami krótko-okresowymi [37, 211, 212]; 2) bezpośrednie skażenie cewnika lub nasadki cewnika przez kontakt z rękami, skażonymi płynami lub przyrządami [213, 214]; 3) mniej powszechna droga – cewnik może zostać skażony poprzez

krew, która przenosi patogeny z innego ogniska infekcji [215]; 4) rzadko – wskutek infuzji skażonego roztworu może dojść do CRBSI [216].

Ważnymi czynnikami w patogenezie CRBSI są 1) materiał, z jakiego wykonany jest produkt; 2) czynniki bezpośrednio uzależnione od pacjenta składające się na przyleganie białek, takie jak fibryna i fibronektyna, które tworzą otoczkę wokół cewnika [217]; oraz 3) wewnątrzpochodne czynniki zjadliwości organizmu wywołującego infekcję, w tym zewnątrzkomórkowa substancja polimerowa (EPS) produkowana przez przylegające organizmy [218]. Niektóre materiały wykorzystywane do produkcji cewników mają nierówną powierzchnię, co sprzyja przyleganiu pewnych mikroorganizmów (np. *S.epidermidis* oraz *C.albicans*) [219, 220]. Cewniki wykonane z tych materiałów są szczególnie podatne na kolonizację mikroorganizmów i w konsekwencji infekcje. Wskutek formowania się osłonki fibrynowej stosowanie cewników wykonanych z silikonu (Silastic) wiąże się z większym ryzykiem zakażenia cewnika, niż w przypadku cewników poliuretanowych [217]. Z drugiej strony, formowanie biofilmu przez *C.albicans* występuje szybciej na powierzchni cewników z elastomeru silikonowego, niż na cewnikach poliuretanowych [219]. Modyfikowanie właściwości powierzchni biomateriałów prowadzi do zmian w zakresie zdolności mikroorganizmów *C.albicans* do formowania biofilmu [220]. Co więcej, pewne materiały wykorzystywane do produkcji cewników bardziej sprzyjają tworzeniu się skrzepliny *(właściwości trombogenne*)* niż inne, co może przyspieszać kolonizację cewnika, a w konsekwencji zakażenie [221, 222]. Taki związek prowadzi do wniosku, że zapobieganie powstawaniu skrzepliny związanej z cewnikiem, jest dodatkowym mechanizmem prowadzącym do obniżania wskaźnika CRBSI [223, 224].

Właściwości przylegania określonych mikroorganizmów w połączeniu z cechami indywidualnymi pacjenta są również istotne w kontekście patogenezy CRBSI. Na przykład *S.aureus* może przylegać do białek pacjenta (np. fibrynogenu, fibronektyny), które powszechnie występują na powierzchni cewnika poprzez produkcję czynników zlepnych (CIfA oraz CIfB), które łączą się z białkami adhezyjnymi [217, 222, 225, 226]. Dodatkowo, proces przylegania jest wspomagany poprzez produkcję zewnątrzkomórkowej substancji polimerowej (EPS) przez takie mikroorganizmy, jak koagulazo-ujemne *staphylococci* [227, 228], *S.aureus* [229], *Pseudomonas aeruginosa* [230] oraz gatunki *Candida* [231]. Substancja ta składa się w większości z egzopolisacharydów formujących powłokę biologiczną (biofilm) [218, 232]. Ten materiał biologiczny wzbogacany jest dwuwartościowymi kationami takich metali jak wapń, magnez i żelazo, dzięki którym powłoka przekształca się w stałą enklawę, w której mikroorganizmy mogą się osadzać [233-235]. Taka błona biologiczna nasila patogenność różnych mikrobów umożliwiając im opieranie się mechanizmom obronnym organizmu pacjenta (np. działając jak bariera przeciwko pochłanianiu i eliminacji tychże mikrobów przez leukocyty obojętnochłonne) lub też obniżając ich wrażliwość na środki przeciwbakteryjne (np. poprzez formowanie substancji wiążącej środki przeciwbakteryjne zanim dojdzie do kontaktu ze ścianą komórkową mikroorganizmów lub poprzez formowanie komórek wychwytujących środki przeciwbakteryjne w postaci metabolicznie nieak-

tywnej populacji) [228, 236, 237]. Niektóre *Candida* spp w obecności płynów zawierających glukozę produkują substancję śluzową podobną do tej produkowanej przez bakterie, co może wyjaśniać większe proporcje BSI wywołanych przez patogeny grzybów wśród pacjentów otrzymujących roztwory do żywienia pozajelitowego [238].

Strategie w zakresie zapobiegania odcewnikowym zakażeniom u pacjentów dorosłych i dzieci

Edukacja, szkolenia i personel

Zalecenia

1. Edukowanie pracowników służby zdrowia w zakresie wskazań do użycia cewnika wewnątrznaczyniowego, właściwych procedur zakładania i pielęgnacji cewników wewnątrznaczyniowych oraz odpowiednich środków zwalczania zakażeń w celu zapobiegania zakażeniom odcewnikowym [7-15]. **Kategoria IA**
2. Okresowe sprawdzanie, czy personel zna informacje zawarte w wytycznych oraz czy personel odpowiedzialny za zakładanie i pielęgnację cewników wewnątrznaczyniowych stosuje się do tychże wytycznych [7-15]. **Kategoria IA**
3. Wyznaczanie wyłącznie przeszkolonych pracowników, którzy potwierdzili swoje kompetencje w zakresie zakładania i pielęgnacji obwodowych i centralnych cewników żylnych [14-28]. **Kategoria IA**
4. Obsadzenie oddziałów intensywnej opieki medycznej personelem pielęgniarskim na odpowiednim poziomie. Wyniki badań sugerują, że wyższe proporcje „słabo przygotowanych pielęgniarek" *(np. zatrudnianych w ramach prac interwencyjnych i dorywczo*)* lub podwyższony wskaźnik pacjent-pielęgniarka są powiązane z CRBSI na tych oddziałach intensywnej opieki medycznej, gdzie pielęgniarki zajmują się pacjentami z CVC [29-31]. **Kategoria IB**

Pochodzenie informacji

Dobrze zorganizowane programy umożliwiające pracownikom ochrony zdrowia odbywanie szkoleń oraz dostarczające, monitorujące i oceniające świadczone usługi, są kluczowym czynnikiem sukcesu. Raporty pochodzące z minionych czterdziestu lat potwierdzają, że ryzyko zakażeń maleje wskutek stosowania standardowych technik aseptycznych [7, 12, 14, 15, 239-241], a wprowadzanie i pielęgnacja cewników wewnątrznaczyniowych przez niedoświadczonych pracowników może zwiększać ryzyko kolonizacji cewników i CRBSI [15, 242]. Utworzenie wyspecjalizowanych „zespołów do wykonywania procedur dożylnych" potwierdziło jednoznacznie skuteczność w zakresie redukowania częstości występowania CRBSI, związanych z tym komplikacji i kosztów [16-26]. Co więcej, ryzyko zakażeń wzrasta wraz z obniżeniem poziomu zatrudnienia personelu pielęgniarskiego poniżej poziomu krytycznego [30].

Dobór kaniul i cewników oraz miejsc ich wprowadzenia

Zalecenia w zakresie kaniul obwodowych i cewników pośrodkowych (midline)

1. W przypadku pacjentów dorosłych kaniulę/cewnik należy wprowadzać do żyły w kończynie górnej. Cewnik wprowadzony do żyły w kończynie dolnej należy jak najszybciej zamienić na cewnik wprowadzony do żyły w kończynie górnej. **Kategoria II**
2. W przypadku dzieci jako miejsce wprowadzenia kaniuli/cewnika wykorzystać można żyłę w kończynie dolnej lub górnej lub na głowie (u noworodków lub małych niemowląt) [32, 33]. **Kategoria II**
3. Należy wybrać kaniulę/cewnik odpowiednią do przeznaczenia oraz długości stosowania, znanych komplikacji związanych z zakażeniem oraz pozostałych komplikacji (np. zapalenie żyły i infiltracja) oraz doświadczenia osoby, która będzie odpowiedzialna za jej wprowadzenie [33-35]. **Kategoria IB**
4. Należy unikać stosowania metalowych igieł do podawania płynów i leków, które mogą prowadzić do martwicy tkanek w przypadku wynaczynienia [33, 34]. **Kategoria IA**
5. Jeśli czas trwania terapii może przekroczyć sześć dni, należy zamiast krótkiej kaniuli obwodowej stosować cewnik pośrodkowy lub wprowadzony z obwodu cewnik centralny (PICC). **Kategoria II**
6. Miejsce wprowadzenia cewnika należy kontrolować codziennie badając palpacyjnie poprzez opatrunek w celu rozpoznania tkliwości oraz wzrokowo, jeśli opatrunek jest przezroczysty. W przypadku braku klinicznych objawów zakażenia nie należy zdejmować opatrunku z gazy lub innych opatrunków nieprzezroczystych. W przypadku stwierdzenia miejscowej tkliwości/bolesności lub innych objawów możliwego CRBSI należy zdjąć opatrunek nieprzezroczysty i skontrolować miejsce wprowadzenia cewnika wzrokowo. **Kategoria II**
7. W przypadku stwierdzenia objawów zapalenia żyły (ciepła skóra, zaczerwienienie, rumień lub wyczuwalne pod skórą zgrubienie żyły), zakażenia lub nieprawidłowości w zakresie funkcjonowania kaniuli/cewnika (np. zatkania), należy usunąć kaniulę/cewnik obwodowy [36]. **Kategoria IB**

Zalecenia dot. centralnych cewników żylnych

„1. Należy porównac ryzyko i korzyści wprowadzenia cewnika centralnego w zalecanym miejscu (do żyły podobojczykowej – prz. red.) mającym na celu redukcję powikłań infekcyjnych, w stosunku do ryzyka wystąpienia powikłań mechanicznych (np. odma opłucnowa, punkcja tętnicy podobojczykowej, uszkodzenie żyły podobojczykowej, zwężenie żyły podobojczykowej, zakrzepica, zator powietrzny oraz wprowadzenie cewnika w niewłaściwym miejscu) [37-53]. **Kategoria IA**2.

Unikać wprowadzania cewnika centralnego do żyły udowej u pacjentów dorosłych [38, 50, 51, 54]. **Kategoria IA**

3. W celu minimalizacji ryzyka zakażeń związanych z obecnością nietunelizowanych CVC u osób dorosłych, należy wykorzystać raczej dostęp podobojczykowy, niż szyjny czy udowy [50-52]. **Kategoria IB**
4. Brak jest rekomendacji w zakresie zaleceń nt. wyboru miejsca wprowadzania tunelizowanych cewników CVC dla minimalizacji ryzyka zakażeń związanego z ich stosowaniem**. Kwestia nierozstrzygnięta**
5. W przypadku pacjentów poddawanych hemodializie oraz pacjentów z zaawansowaną chorobą nerek należy unikać dostępu podobojczykowego, co pozwoli uniknąć przypadków zwężenia żyły podobojczykowej [53, 55-58]. **Kategoria IA**
6. W przypadku pacjentów cierpiących na przewlekłą niewydolność nerek, celem stałego dostępu naczyniowego dla potrzeb dializy, należy stosować przetokę tętniczo-żylną lub protezę naczyniową zamiast CVC [59]. **Kategoria IA**
7. Centralny cewnik żylny należy wprowadzać pod kontrolą ultradźwięków (o ile taka technologia jest dostępna), co ma na celu ograniczenie ilości prób kaniulacji i powikłań mechanicznych. Wprowadzanie cewnika pod kontrolą ultradźwięków winno być wykonywane wyłącznie przez personel w pełni przeszkolony w tej technice [60-64]. **Kategoria IB**
8. Należy stosować CVC z minimalną, potrzebną w danym przypadku, liczbą świateł i portów [65-68]. **Kategoria IB**
9. W zakresie wykorzystania konkretnego światła na potrzeby żywienia pozajelitowego brak jest zaleceń. **Kwestia nierozstrzygnięta**
10. Należy jak najszybciej usunąć cewnik wewnątrznaczyniowy, który nie jest już dłużej potrzebny [69-72]. **Kategoria IA**
11. W przypadku niemożności postępowania zgodnie z techniką aseptyczną (tzn. cewnik jest zakładany w sytuacji ratowania życia), należy jak najszybciej wymienić tak założony cewnik, tzn. w przeciągu 48 godzin [37, 73-76]. **Kategoria IB**

Pochodzenie informacji

Miejsce wprowadzenia cewnika bezpośrednio wpływa na ryzyko odcewnikowego zakażenia i zapalenia żyły. Wpływ miejsca wprowadzenia cewnika na ryzyko zakażenia cewnika jest związane częściowo z ryzykiem zakrzepowego zapalenia żył oraz gęstością flory na skórze pacjenta.

Podobnie jak w przypadku pacjentów dorosłych, także u dzieci stosowanie obwodowych kaniul/cewników żylnych może wiązać się z takimi komplikacjami jak zapalenie żyły, wynaczynienie spowodowane infuzją oraz zakażeniem cewnika [243]. Lokalizacja cewnika, infuzja roztworów do żywienia pozajelitowego zawierających emulsje tłuszczowe oraz czas hospitalizacji na oddziale intensywnej opieki medycznej przed wprowadzeniem cewnika zwiększają ryzyko zapalenia żyły u dzieci. W przeciwieństwie do ryzyka u dorosłych, ryzyko zapalenia żyły u dzieci nie zwiększa się wraz z długością okresu cewnikowania [243, 244].

Podstawowym czynnikiem ryzyka wystąpienia CRBSI jest gęstość flory na skórze w miejscu wprowadzenia cewnika. Żadne badanie nie pozwoliło w zadowalający sposób porównać wskaźników zakażeń dla cewników wprowadzanych do żył szyjnych, podobojczykowych i udowych. W retrospektywnych badaniach obserwacyjnych wprowadzanie cewników do żyły wewnętrznej szyjnej wiązało się zwykle z wyższym ryzykiem kolonizacji i/lub CRBSI, w porównaniu z cewnikami wprowadzanymi do żyły podobojczykowej [37-47]. Podobne rezultaty uzyskano dla noworodków w pojedynczym badaniu retrospektywnym [245]. Stosowanie cewników udowych dało wyższe wskaźniki kolonizacji w porównaniu z cewnikami wprowadzanymi do żył podobojczykowych i szyjnych wewnętrznych u dorosłych, a w przypadku kilku badań wyższe wskaźniki CLABSI [40, 45-47, 50, 51, 246]. Z uwagi na fakt, że stosowanie cewników udowych wiąże się z większym ryzykiem głębokiej zakrzepicy żylnej niż cewniki podobojczykowe i szyjne wewnętrzne, należy unikać tych pierwszych wszędzie tam, gdzie jest to możliwe [48-50, 53, 247]. W trakcie jednego z badań [38] stwierdzono, że ryzyko infekcji wywołanych przez cewniki wprowadzane do żyły udowej jest istotniejsze w przypadku osób otyłych. W przeciwieństwie do pacjentów dorosłych badania nad dziećmi potwierdziły, że stosowanie cewników udowych wiąże się z niższą częstością komplikacji mechanicznych przy jednocześnie podobnej wartości wskaźnika zakażeń jak dla cewników nie-udowych [248-251]. Tak więc w przypadku dorosłych dostęp podobojczykowy jest preferowany ze względu na możliwość kontrolowania samego cewnika i miejsca wprowadzenia, chociaż inne czynniki (np. możliwość komplikacji mechanicznych, ryzyko zwężenia żyły podobojczykowej, umiejętności operatora) winny być także rozpatrywane w kontekście ustalania miejsca wprowadzania cewnika.

W dwóch meta-analizach zastosowanie dwuwymiarowego USG w czasie rzeczywistym do wprowadzenia CVC w znaczący sposób obniżyło wskaźnik powikłań mechanicznych i zredukowało liczbę podejść do kaniulacji oraz liczbę nieudanych kaniulacji w porównaniu do technik wprowadzania cewnika z wykorzystaniem standardowych punktów orientacyjnych [60, 61]. Dowody przemawiają za stosowaniem dwuwymiarowego USG, a nie za stosowaniem USG dopplerowskiego [60]. Wybór miejsca wprowadzenia cewnika winien uwzględniać przede wszystkim komfort pacjenta, możliwość zabezpieczenia cewnika oraz zachowania warunków aseptycznych, a także specyficzne dla danego pacjenta parametry (np. stosowane wcześniej cewniki, deformacje anatomiczne, skłonność do krwawienia), względne ryzyko komplikacji mechanicznych (np. krwawienie i odma opłucnowa), możliwość wykonania USG przy łóżku pacjenta, doświadczenie osoby odpowiedzialnej za wprowadzenie cewnika oraz ryzyko infekcji.

Cewniki należy wprowadzać jak najdalej od otwartych ran. W trakcie jednego z badań cewniki wprowadzone w bliskiej odległości od otwartych ran po oparzeniu (tzn. 25 cm^2, zachodzących na ranę) były o 1,79 razy częściej kolonizowane oraz 5,12 razy częściej powiązane z bakteriemią, w porównaniu do cewników wprowadzanych w większej odległości od ran [252].

Rodzaj materiału cewnika. Stosowanie cewników wykonanych z politetrafluoroetylenu (Teflon®) lub poliuretanu wiąże się z mniejszymi powikłaniami infekcyjnymi,

niż ma to miejsce w przypadku cewników z polichlorku winylu, czy polietylenu [36, 253, 254]. Igły stalowe stosowane jako alternatywa dla kaniul w celu uzyskania dostępu żylnego obwodowego wiążą się z takim samym wskaźnikiem powikłań zakaźnych, jak cewniki wykonane z Teflonu® [33, 34]. Niemniej jednak, częste stosowanie igieł stalowych wiąże się z komplikacjami w zakresie infiltracji płynów dożylnych do tkanek podskórnych, a więc potencjalnie poważnymi powikłaniami w przypadku, kiedy roztwór do infuzji jest drażniący (powoduje powstawanie pęcherzy) [34].

Higiena rąk i technika aseptyczna

1. Wdrożyć procedury higieniczne rąk, polegające na myciu rąk wodą ze zwykłym mydłem lub z wykorzystaniem roztworów na bazie alkoholi (ABHR). Ręce należy myć przed i po zakończeniu kontroli palpacyjnej (dotykowej) miejsca wprowadzenia cewnika, jak również przed i po wprowadzeniu, wymianie, kontroli, naprawie cewnika wewnątrznaczyniowego oraz przed i po zmianie opatrunku. Planowanego miejsca wkłucia kaniuli/wprowadzenia cewnika po nałożeniu środka antyseptycznego nie należy dotykać (*badać palpacyjnie*),* chyba że utrzymane są warunki aseptyczne *(stosowane są sterylne rękawiczki*)* [12, 77-79]. **Kategoria IB**
2. W przypadku wprowadzania i pielęgnacji cewników wewnątrznaczyniowych należy zapewnić warunki aseptyczne [37, 73, 74, 76]. **Kategoria IB**
3. W trakcie wprowadzania kaniuli obwodowej, w przypadku kiedy miejsce wprowadzenia nie będzie dotykane po nałożeniu środka do antyseptyki skóry, należy zamiast rękawic sterylnych stosować czyste rękawice. **Kategoria IC**
4. Sterylne rękawice należy stosować w trakcie wprowadzania cewnika tętniczego, centralnego i pośrodkowego [37, 73, 74, 76]. **Kategoria IA**
5. Gdy wykonuje się wymianę cewnika naczyniowego na nowy z użyciem prowadnicy, przed rozpoczęciem pracy z nowym cewnikiem, należy zdjąć stare i założyć nowe rękawice sterylne. **Kategoria II**
6. W czasie wymiany opatrunku cewnika wewnątrznaczyniowego należy zakładać czyste lub sterylne rękawice. **Kategoria IC**

Pochodzenie informacji

Higiena rąk przed wprowadzeniem i pielęgnacją cewnika w połączeniu z właściwie prowadzoną aseptyką w trakcie pracy z cewnikiem pozwalają uniknąć zakażeń [12]. Prawidłową higienę rąk uzyskać można poprzez stosowanie właściwych produktów na bazie alkoholu [255] lub wody z mydłem i odpowiednie płukanie [77]. Właściwa technika aseptyczna nie wymaga bezwzględnego stosowania rękawic sterylnych w trakcie wprowadzania kaniuli obwodowej; można wykorzystać nową parę nie-sterylnych rękawic jednorazowego użytku w połączeniu z techniką „bezdotykowego" wprowadzania obwodowych kaniul żylnych. Sterylne rękawice są konieczne w trakcie wprowadzania cewników centralnych, ponieważ w tym wypadku technika „bezdotykowa" nie jest możliwa.

Środki ostrożności w zakresie stosowania Maksymalnie Sterylnych Barierowych Środków Ochrony (Maksymalnie Sterylnej Bariery)*

Zalecenia

1. W trakcie wprowadzania CVC, PICC lub wymiany cewnika po prowadnicy należy przestrzegać środków ostrożności w zakresie utrzymania maksymalnie sterylnej bariery, dotyczy to stosowania czepka, maski, sterylnego fartucha, sterylnych rękawic oraz sterylnego obłożenia całego ciała [14, 75, 76, 80]. **Kategoria IB**
2. W celu ochrony cewników do tętnicy płucnej należy w trakcie ich wprowadzania stosować rękaw sterylny [81]. **Kategoria IB**

Pochodzenie informacji

Maksymalnie sterylna bariera (MSB) definiowana jest jako stosowanie w trakcie wprowadzania CVC czepka i maski oraz sterylnego fartucha i sterylnych rękawic a także sterylnego obłożenia całego ciała (podobnego do obłożeń stosowanych na sali operacyjnej). Technika zachowania maksymalnie sterylnej bariery w trakcie wprowadzania CVC została porównana w ramach randomizowanego kontrolowanego badania z techniką stosowania sterylnych rękawic i małego obłożenia. W przypadku MSB odnotowano mniej przypadków kolonizacji cewnika (RR = .32, 95% CI, .10-.95, P = .04) oraz CRBSI (RR = .16, 95% CI, 0.2-1.30, P = .06). Dodatkowo dla pacjentów z grupy MSB przypadki zakażeń występowały dużo później i wywoływane były raczej przez organizmy gram-dodatnie, niż gram-ujemne [76]. Badania nad cewnikami do tętnicy płucnej wtórnie potwierdziły, że stosowanie zaleceń MSB obniża wskaźnik zakażeń [37]. Inne badanie oceniało program edukacyjny nakierowany na poprawę praktyk kontroli zakażeń, w szczególności środków ostrożności w zakresie MSB. W badaniu tym stwierdzono, że wzrostowi stosowania zaleceń MSB towarzyszył spadek CRBSI [14]. W mniejszym badaniu wskazano, że obniżenie ryzyka kolonizacji w miejscu wprowadzenia cewnika zależy od stosowania zaleceń MSB [OR 3.40, 95%CI 1.32 do 3.67] [80].

Przygotowanie skóry

Zalecenia

1. Przed wprowadzeniem obwodowej kaniuli żylnej należy zdezynfekować umytą wcześniej skórę za pomocą antyseptyku (70% roztwór alkoholu, jodyny lub alkoholowego roztworu glikonianu chlorheksydyny) [82]. **Kategoria IB**
2. Przed wprowadzeniem centralnego cewnika żylnego i obwodowego cewnika tętniczego oraz w trakcie wymiany opatrunku należy przygotować skórę z użyciem > 0,5% roztworu chlorheksydyny z alkoholem. Jeśli w danym przypadku zastosowanie chlorheksydyny jest przeciwwskazane, można użyć zamiennie jodyny, jodoforu (poliwidon jodowany) lub 70% alkoholu [82, 83]. **Kategoria IA**

3. Nie przeprowadzono żadnych badań porównawczych w zakresie skuteczności roztworów alkoholowych chlorheksydyny i poliwidonu jodu w zakresie przygotowania oczyszczonej skóry. **Kwestia nierozstrzygnięta**
4. Brak jakichkolwiek zaleceń dot. skuteczności i bezpieczeństwa chlorheksydyny u niemowląt < 2. miesiąca życia. **Kwestia nierozstrzygnięta**
5. Przed założeniem cewnika należy pozostawić skórę, zdezynfekowaną za pomocą antyseptyka, do wyschnięcia, zgodnie z zaleceniami producenta danego antyseptyka [82, 83]. **Kategoria IB**

Pochodzenie informacji

Prawidłowo zaplanowane badania porównujące aseptyki zawierające chlorheksydynę z roztworami zawierającymi poliwidon jodu lub alkohol, stosowane w celu przygotowania skóry w miejscu wprowadzenia cewnika wewnątrznaczyniowego potwierdziły, że roztwory zawierające chlorheksydynę dają mniejszy wskaźnik kolonizacji cewnika lub CRBSI [82, 83]. (Nie prowadzono badań porównawczych pomiędzy roztworem alkoholowym glikonianu chlorheksydyny i roztworem alkoholowym poliwidonu jodu). W trakcie porównywania ze sobą 0,5% roztworu chlorheksydyny i 10% roztworu poliwidonu jodu nie stwierdzono żadnych różnic w zakresie kolonizacji centralnego cewnika żylnego (CVC) ani w kontekście CRBSI [256]. W trakcie badań porównujących trzy produkty (2% wodny roztwór glikonianu chlorheksydyny z 10% roztworem poliwidonu jodu i z 70% roztworem alkoholu), 2% wodny roztwór glikonianu chlorheksydyny był bardziej skuteczny od pozostałych w zakresie redukcji CRBSI [82]. Meta analiza 4.143 cewników sugeruje, że roztwory chlorheksydyny redukują ryzyko zakażeń odcewnikowych o 49% (95% CI .28 do .88) względem powidonu jodu [257]. Analiza decyzji ekonomicznej prowadzona w oparciu o dostępne dowody sugeruje, że raczej stosowanie chlorheksydyny, a nie powidonu jodu w pielęgnacji CVC może skutkować 1,6% spadkiem częstości występowania CRBSI, 0,23% spadkiem przypadków zgonów oraz oszczędnościami na poziomie 113 USD na jeden cewnik [258]. Podczas gdy chlorheksydyna stała się standardowym środkiem aseptycznym do dezynfekcji skóry w zabiegach wprowadzania cewników centralnych i obwodowych, to stosowanie 5% roztworu poliwidonu jodu w 70% etanolu wiąże się ze znacznym obniżeniem kolonizacji i zakażeń wywołanych przez CVC oraz w porównaniu z 10% wodnym roztworem poliwidonu jodu [259].

Reguły dot. opatrunku w miejscu wprowadzenia cewnika

Zalecenia

1. W celu zaopatrzenia miejsca wprowadzenia kaniuli/cewnika należy stosować opatrunki ze sterylnej gazy lub sterylne, przezroczyste i półprzepuszczalne opatrunki [84-87]. **Kategoria IA**

2. W przypadku dużego wydzielania potu, lub w razie krwawienia lub przesączania w miejscu wprowadzenia cewnika, należy aż do rozwiązania tego problemu stosować opatrunki z gazy [84-87]. **Kategoria II**
3. Opatrunek należy wymienić w razie stwierdzenia, że jest przesiąknięty *(zmoczony*)*, poluzowany lub zabrudzony [84, 85]. **Kategoria IB**
4. Na skórę w miejscu wprowadzenia cewnika nie należy stosować działających miejscowo maści antybiotykowych ani kremów, za wyjątkiem cewników do dializy, gdyż może to wspomagać rozwój zakażeń grzybiczych i zwiększać oporność antybakteryjną [88, 89]. **Kategoria IB**
5. Nie należy zanurzać cewników ani miejsca wprowadzenia cewnika w wodzie. Zezwala się na mycie z użyciem natrysku o ile zostaną podjęte środki ostrożności w celu zminimalizowania prawdopodobieństwa przedostania się mikroorganizmów do wnętrza cewnika. Miejsce wprowadzenia należy w trakcie mycia pacjenta zabezpieczyć (np. cewnik i łącznik są zabezpieczone wodoodporną osłoną) [90-92]. **Kategoria IB**
6. Opatrunek z gazy w przypadku krótko-okresowych CVC zmieniać co 2 dni. **Kategoria II**
7. Opatrunek przezroczysty w przypadku krótko-okresowych CVC zmieniać co 7 dni, za wyjątkiem tych pacjentów pediatrycznych, u których ryzyko przemieszczenia cewnika może być większe niż korzyści płynące z wymiany opatrunku [87, 93]. **Kategoria IB**
8. Opatrunek przezroczysty na miejscu wprowadzenia CVC tunelizowanego lub implantowanego należy zmieniać nie częściej, niż raz na tydzień (chyba, że opatrunek ulegnie wcześniej zabrudzeniu lub obluzowaniu), aż do momentu zagojenia się miejsca wprowadzenia cewnika. **Kategoria II**
9. Brak zaleceń odnośnie konieczności stosowania jakichkolwiek opatrunków na dobrze wygojonych miejscach wprowadzenia długo-okresowych CVC z mankietem i tunelizowanych. **Kwestia nierozstrzygnięta**
10. Należy upewnić się, że pielęgnacja miejsca wprowadzenia cewnika jest odpowiednia do materiału, z jakiego wykonany jest cewnik *(np. zgodność ze stosowanym środkiem dezynfekcyjnym*)* [94, 95]. **Kategoria IB**
11. W przypadku cewników do tętnicy płucnej należy stosować rękaw sterylny [81]. **Kategoria IB**
12. Stosowanie gąbek nasączonych chlorheksydyną w przypadku czasowych krótko-okresowych cewników u pacjentów powyżej 2. miesiąca życia, jeśli wskaźnik zakażeń krwi związanych z linią centralną (CLABSI) nie maleje, mimo stosowania się do podstawowych środków zapobiegawczych, wliczając edukowanie i szkolenia, właściwe stosowanie chlorheksydyny do dezynfekcji skóry oraz maksymalnie sterylnych środków barierowych (MSB). [93, 96-98]. **Kategoria IB**
13. Brak zaleceń w zakresie innych typów opatrunków z chlorheksydyną. **Kwestia nierozstrzygnięta**

14. W trakcie wymiany opatrunku należy zbadać miejsce wprowadzenia cewnika wzrokowo, a przy nienaruszonym opatrunku należy miejsce to badać „dotykiem" w regularnych odstępach czasowych. Częstotliwość tych kontroli zależy od stanu klinicznego pacjenta. W przypadku stwierdzenia tkliwości miejsca wprowadzenia cewnika, podwyższonej temperatury bez wyraźnej przyczyny lub innych objawów sugerujących zakażenie miejscowe lub krwi, należy zdjąć opatrunek celem dokładnego zbadania miejsca wprowadzenia cewnika [99-101]. **Kategoria IB**
15. Należy zachęcić pacjenta do zgłaszania o wszelkich, zaobserwowanych przez niego zmianach dot. miejsca wprowadzenia cewnika oraz o zmianach w zakresie uczucia dyskomfortu związanego z wprowadzonym cewnikiem. **Kategoria II**

Pochodzenie informacji

Przezroczyste, półprzepuszczalne opatrunki wykonane z poliuretanu umożliwiają stałą kontrolę wzrokową miejsca wprowadzenia cewnika i nie wymagają tak częstych zmian, jak w przypadku standardowych opatrunków wykonanych z gazy i plastra. W ramach największego badania kontrolowanego dot. wymagań dla opatrunków stosowanych z cewnikami obwodowymi, badano wskaźniki zachorowalności spowodowanej infekcjami w przypadkach stosowania przezroczystych opatrunków zastosowanych wraz z 2.200 cewnikami obwodowymi [254]. W oparciu o wyniki badań stwierdzić można, że wskaźnik kolonizacji dla przypadków, kiedy miejsce prowadzenia cewnika było zaopatrzone opatrunkiem przezroczystym (5,7%) jest porównywalny z przypadkiem zastosowania opatrunków z gazy (4,6%). Wyniki tych badań sugerują także rodzaj opatrunku nie wpływa w istotnym z klinicznego punktu widzenia stopniu na kwestie częstości przypadków kolonizacji miejsca wprowadzania cewnika i zapalenia żyły. Dane te sugerują, że opatrunki przezroczyste mogą być przez dłuższy czas pozostawiane, bez negatywnego wpływu na bezpieczeństwo, na kaniulach/cewnikach obwodowych bez zwiększania ryzyka zakrzepowego zapalenia żył [254].

Meta analiza oceniała badania prowadzone w celu ustalenia różnic dot. ryzyka przypadków CRBSI przy stosowaniu opatrunków przezroczystych kontra opatrunki wykonane z gazy [260]. Ryzyko CRBSI nie różniło się ze względu na rodzaj zastosowanego opatrunku. Wybór rodzaju opatrunku można uzależniać od preferencji. Opatrunki z gazy mogą być preferowane w przypadku, kiedy w miejscu wprowadzenia cewnika sączy się krew. W ramach innego systemowego przeglądu kontrolowanych badań randomizowanych porównujących opatrunki z gazy i plastra z opatrunkami przezroczystymi nie znaleziono żadnych znaczących różnic pod kątem wpływu zastosowanego opatrunków na kwestie CRBSI, kolonizację końcówki cewnika lub kolonizację skóry [261].

W celu redukcji ryzyka CRBSI stosowano opatrunki nasączone chlorheksydyną. W ramach największego wieloośrodkowego kontrolowanego badania randomizowanego opublikowanego dotychczas, w trakcie którego porównywano opatrunki z gąbek nasączonych chlorheksydyną ze standardowymi opatrunkami stosowanymi na oddziałach intensywnej opieki medycznej, wskaźniki CRBSI ulegały redukcji, nawet kiedy wskaźniki infekcji były niskie. Badaniami tymi objęto 1.636 pacjentów (3.778 cew-

ników, 28.931 cewniko-dni). Zastosowanie opatrunków nasączonych chlorheksydyną prowadziło do redukcji głównych przypadków CRBSI (10/1.953 [0,5%], 0,6 na 1.000 cewniko-dni vs. 19/1.825 [1,1%], 1,4 na 1.000 cewniko-dni; wskaźnik ryzyka [HR], 0,39 [95% przedział ufności {CI}, .17-.93]; P = .03) oraz CRBSI (6/1.953 cewników, 0,40 na 1.000 cewniko-dni vs. 17/1.825 cewników, 1,3 na 1.000 cewniko-dni; HR, 0.24 [95% CI, .09-.65]) [93]. W ramach kontrolowanego badania randomizowanego porównującego zastosowanie opatrunków poliuretanowych i opatrunków nasączonych chlorheksydyną u 140 dzieci nie potwierdzono statystycznie istotnych różnic w zakresie BSI; niemniej jednak grupa pacjentów, którym założono opatrunki z chlorheksydyną charakteryzowała się niższym wskaźnikiem kolonizacji CVC [98]. U 601 pacjentów onkologicznych poddawanych chemioterapii, wskaźnik częstości występowania CRBSI był niższy u tych osób, u których stosowano opatrunki z gąbek nasączonych chlorheksydyną w porównaniu do pacjentów ze standardowymi opatrunkami (P = .016, ryzyko względne 0,54; przedział ufności 0,31-.94) [262]. Meta-analiza obejmująca osiem kontrolowanych badań randomizowanych potwierdziła, że stosowanie opatrunków nasączonych chlorheksydyną wiąże się z redukcją przypadków kolonizacji miejsc wprowadzenia cewników naczyniowych i nadtwardówkowych, ale nie ma żadnych znaczących różnic w zakresie redukcji CRBSI (2,2% vs. 3,8%, OR 0,58, 95% CI: .29-1,14, p=.11) [97].

Mimo iż dane dot. stosowania opatrunków nasączonych chlorheksydyną u dzieci są ograniczone, to w ramach jednego z kontrolowanych badań randomizowanych, które objęło 705 noworodków stwierdzono istotny spadek wartości wskaźnika kolonizacji cewników u niemowląt, u których zastosowano opatrunki nasączone chlorheksydyną w porównaniu do grupy ze standardowymi opatrunkami (15% kontra 24%; RR = .6; 95% CI 5 0,5-.9). Rodzaj opatrunku nie miał jednakże wpływu na wskaźniki CRBSI lub BSI. Stosowaniu opatrunków nasączonych chlorheksydyną towarzyszyły przypadki miejscowego kontaktowego zapalenia skóry u niemowląt z niską wagą urodzeniową. Wśród 98 noworodków z bardzo niską masą urodzeniową u 15 (15%) doszło do miejscowego kontaktowego zapalenia skóry; u czterech (1,5%) spośród 237 noworodków o masie > 1.000 g doszło do takiej reakcji (P < .0001). W przypadku noworodków w wieku ciążowym < 26. tygodnia, u których centralny cewnik żylny założono w wieku < 8. dnia, ryzyko miejscowego kontaktowego zapalenia skóry było większe, podczas gdy u żadnego noworodka z grupy kontrolnej nie stwierdzono takiej reakcji miejscowej [96].

Mycie pacjenta

Zalecenia

W celu minimalizacji CRBSI do codziennego mycia pacjenta należy stosować 2% roztwór chlorheksydyny [102-104]. **Kategoria II**

Pochodzenie informacji

Codzienne mycie pacjentów na oddziałach intensywnej opieki medycznej z wykorzystaniem myjki nasączonej 2% roztworem chlorheksydyny może być prostą i skuteczną strategią obniżania wskaźnika pierwotnego BSI. W jedno-ośrodkowym badaniu, które objęło 836 pacjentów ICU stwierdzono, że pacjenci myci z wykorzystaniem roztworu chlorheksydyny byli znacząco mniej podatni na pierwotne BSI (4,1 w przeciwieństwie do 10,4 przypadków zakażeń na 1.000 dni hospitalizacji; różnica w zakresie częstości, 6,3 [95% przedział ufności, 1,2-11,0), w porównaniu do pacjentów mytych z wykorzystaniem wody z mydłem [102].

Metody umocowania cewnika (kaniuli)

Zalecenia

W celu redukcji ryzyka zakażenia cewników wewnątrznaczyniowych do zabezpieczenia cewnika nie należy stosować nici chirurgicznych [105]. **Kategoria II**

Pochodzenie informacji

Stabilizacja cewnika to uznane działanie mające na celu zmniejszenie ryzyka zapalenia żyły, czy przemieszczenia cewnika i może być korzystne w zapobieganiu CRBSI. Do CRBSI dochodzi wskutek migracji flory bakteryjnej skóry przez otwór w skórze w miejscu wprowadzenia cewnika. Stabilizowanie cewnika bez użycia nici chirurgicznych pozwala uniknąć przerywania ciągłości skóry w miejscu wprowadzenia cewnika, co może oddziaływać korzystnie z punktu widzenia kolonizacji bakteryjnej [105]. Stosowanie metod/urządzeń stabilizujących bez konieczności używania nici chirurgicznych pozwala także uniknąć ryzyka zranienia personelu, do jakiego dojść może wskutek przypadkowego zakłucia igłą.

Cewniki i mankiety impregnowane antybiotykami/antyseptykami

Jeśli po skutecznym wdrożeniu kompleksowej strategii redukcji wskaźnika CLABSI, wartości tego wskaźnika nie maleją, w przypadku pacjentów wymagających stosowania cewnika > 5 dni należy stosować CVC impregnowane chlorheksydyną/solą srebrową sulfadiazyny lub minocykliną/rifampicyną. Strategia kompleksowa winna składać się z co najmniej trzech następujących komponentów: szkolenie personelu odpowiedzialnego za wprowadzenie i pielęgnację cewnika, stosowanie środków ostrożności w zakresie maksymalnie sterylnej bariery, oraz stosowanie > 0,5% roztworu chlorheksydyny z alkoholem do antyseptyki skóry w trakcie wprowadzania CVC [106-113]. **Kategoria IA**

Pochodzenie informacji

Określone rodzaje cewników i mankietów powlekanych lub nasączonych środkami przeciwbakteryjnymi lub antyseptycznymi mogą zmniejszać ryzyko CRBSI i potencjalnie obniżać koszty szpitalne związane z leczeniem przypadków CRBSI, mimo

wyższych kosztów zakupu takiego cewnika nasączonego środkiem przeciwbakteryjnym/aseptycznym [110]. Prawie we wszystkich badaniach wykorzystujących cewniki nasączone środkami przeciwbakteryjnymi/aseptycznymi stosowano trzy-światłowe cewniki bez mankietu u pacjentów dorosłych, które pozostawały w ciele pacjenta < 30 dni. Ponieważ większość badań prowadzono na pacjentach dorosłych, to wykorzystywano cewniki dopuszczone przez FDA do stosowania u pacjentów o masie ciała > 3 kg. Wyniki dwóch nie-randomizowanych badań na dzieciach leczonych na oddziałach intensywnej opieki medycznej [112, 113] sugerują, że cewniki takie mogą obniżać ryzyko zakażeń odcewnikowych. Aktualnie na rynku nie są dostępne żadne cewniki nasączone środkami przeciwbakteryjnymi, przeznaczone do stosowania u dzieci o masie ciała < 3 kg.

Chlorheksydyna/Sól srebrowa sulfadiazyny Cewniki powlekane chlorheksydyną/solą srebrową sulfadiazyny tylko na zewnętrznej powierzchni badano pod kątem redukcji CRBSI. Dwie meta-analizy cewników pierwszej generacji [1, 263] potwierdziły, że cewniki takie, w przeciwieństwie do standardowych cewników niepowlekanych, redukują CRBSI. Czas stosowania cewników w jednym z badań wynosił od 5,1 do 11,2 dni [264]. Obecnie dostępne są cewniki drugiej generacji, gdzie chlorheksydynę wykorzystano do pokrycia powierzchni wewnętrznej światła cewnika, przedłużacza i nasadki, natomiast powierzchnie zewnętrzne pokryte są chlorheksydyną i solą srebrową sulfadiazyny. Na powierzchni zewnętrznej znajduje się trzy razy więcej chlorheksydyny o wydłużonym uwalnianiu antyseptyków, w porównaniu z pierwszą generacją cewników. Wszystkie trzy prospektywne randomizowane badania cewników drugiej generacji potwierdzają znamienną redukcję w zakresie kolonizacji cewnika, ale niestety nie były w stanie wykazać różnic w zakresie CRBSI [106-108]. Przedłużona przeciw-zakaźna aktywność oferuje poprawę w zakresie skuteczności zapobiegania zakażeniom [265]. Rzadko obserwowano przypadki anafilaksji w efekcie stosowania cewników z chlorheksydyną/solą srebrową sulfadiazyny [266-270].

Cewniki z chlorheksydyną/solą srebrową sulfadiazyny są droższe, niż cewniki standardowe. Niemniej jednak jedna z analiz sugeruje, że stosowanie cewników z chlorheksydyną/solą srebrową sulfadiazyny powinno wiązać się z oszczędnościami rzędu 68 do 391 USD na cewnik [271] w warunkach, w których ryzyko CRBSI jest wysokie, pomimo stosowania innych strategii zapobiegawczych (np. zasady maksymalnie sterylnej bariery i techniki aseptyczne). Stosowanie tych cewników może przynieść oszczędności w przypadku pacjentów leczonych na oddziałach intensywnej opieki medycznej, pacjentów z poparzeniami, pacjentów z neutropenią oraz pacjentów, w przypadku których wskaźnik zakażeń przekracza 3,3 na 1.000 dni cewnikowania [264].

Minocyklina/Rifampicyna W wieloośrodkowym badaniu randomizowanym stwierdzono, że stosowanie CVC z impregnowanymi minocykliną/rifampicyną powierzchniami zewnętrznymi i wewnętrznymi wiąże się niższymi wartościami wskaźników CRBSI, w porównaniu z pierwszą generacją cewników impregnowanych chlorheksydyną/solą srebrową sulfadiazyny [109]. Korzystny efekt dostrzegalny był począwszy od 6. dnia cewnikowania. Silikonowe CVC impregnowane minocycliną/rifampicyną

ze średnim czasem utrzymywania ponad 60 dni okazały się skuteczne w zakresie redukcji CRBSI [111]. W trakcie tych badań nie stwierdzono obecności żadnych organizmów opornych na minocyclinę/rifampicynę. Dwa kolejne badania udowodniły, że stosowanie tych cewników wpływa na znaczące obniżenie CRBSI, w porównaniu do cewników niepowlekanych [110, 111]. Nie opublikowano żadnych badań porównawczych z wykorzystaniem cewników drugiej generacji powlekanych chlorheksydyną/solą srebrową sulfadiazyny. Mimo iż stwierdzono pewne obawy związane z potencjalnym wykształceniem oporności, to kilka badań perspektywicznych potwierdziło, że ryzyko to jest niskie [272, 273]. Co więcej, w dokumentacji z badań klinicznych nie odnotowano żadnych przypadków oporności na minocyklinę lub rifampicynę podczas stosowania cewników. W trakcie dwóch badań wykorzystujących analizę modelu decyzyjnego ustalono, że stosowanie tych cewników prowadzi do dużych oszczędności finansowych w porównaniu z cewnikami pierwszej generacji powlekanymi chlorheksydyną/solą srebrową sulfadiazyny [274, 275]. Taką analizę porównawczą należy przeprowadzić z cewnikami drugiej generacji. Jednak, skoro wyjściowa częstość zakażeń obniży się i koszty cewników zmniejszą się, wskaźnik efektywności kosztowej powinien ulec zmianie.

Decyzja w zakresie zastosowania cewników powlekanych chlorheksydyną/solą srebrową sulfadiazyny lub minocykliną/rifampicyną winna zostać podjęta w zależności od tego, czy konieczne jest zapobieganie CRBSI po wdrożeniu zestawu standardowych procedur (np. edukowanie personelu, stosowanie środków w zakresie maksymalnie sterylnej bariery oraz wykorzystywanie > 0,5% roztworu chlorheksydyny z alkoholem do antyseptyki skóry), a następnie wyważona w kontekście pojawienia się opornych patogenów i kosztów wdrożenia takiej strategii.

Platyna/Srebro W Stanach Zjednoczonych dostępne są na rynku cewniki powlekane platyną/srebrem (tzn. cewnik wykorzystujący zjawisko jonoforezy srebra). Opublikowano wyniki kilku prospektywnych badań randomizowanych porównujących takie cewniki z cewnikami niepowlekanymi [276-279]. W jednym z badań stwierdzono obniżenie częstości kolonizacji cewnika oraz CRBSI [278], ale w innych badaniach nie stwierdzono żadnych różnic w zakresie kolonizacji cewnika ani CRBSI ze względu na zastosowanie cewników impregnowanych i nie-impregnowanych [39, 276, 277]. W świetle powyższych danych nie można postawić jednoznacznego zalecenia odnośnie stosowania lub nie stosowania takich cewników.

Ogólnoustrojowa profilaktyka antybiotykowa

Zalecenia

Nie należy stosować rutynowej ogólnoustrojowej profilaktyki antybakteryjnej w celu zapobiegania kolonizacji cewnika lub CRBSI przed wprowadzeniem lub w trakcie stosowania cewnika wewnątrznaczyniowego [114]. **Kategoria IB**

Pochodzenie informacji

W ramach kilku badań zajmowano się znaczeniem ogólnoustrojowej profilaktyki antybiotykowej w zakresie zapobiegania zakażeniom odcewnikowym. Ostatnio przeprowadzona meta-analiza dotyczyła badań przeprowadzonych wśród pacjentów onkologicznych [114]. W czterech badaniach wykorzystywano profilaktycznie glikopeptydy przed wprowadzeniem cewnika. Niemniej jednak niejednorodność tych badań uniemożliwia wyprowadzenie jakichkolwiek wniosków dot. skuteczności.

W badaniu zajmującym się kwestią wpływu ciągłego profilaktycznego doustnego przyjmowania rifampicyny i nowobiocyny w zakresie redukcji zakażeń odcewnikowych u pacjentów onkologicznych leczonych interkuliną-2 [280], stwierdzono redukcję CRBSI, mimo iż u 9 spośród 26 pacjentów (35%) trzeba było zaprzestać podawania antybiotyku z uwagi na działania niepożądane lub toksyczność. W przypadku pacjentów nie-onkologicznych nie stwierdzono żadnego korzystnego efektu po podaniu wankomycyny przed wprowadzeniem cewnika u 55 pacjentów, u których założenie cewnika było konieczne ze względu na podawanie żywienia pozajelitowego [281]. Również w przypadku przedoperacyjnej terapii antybiotykowej u pacjentów poddawanych zabiegom kardiochirurgicznym nie stwierdzono redukcji wskaźników kolonizacji centralnych cewników żylnych [282]. Najnowszy przegląd Cochrane'a dotyczący profilaktyki antybiotykowej u noworodków z cewnikami wprowadzanymi do żyły pępkowej stwierdza, że brak jest wystarczających wyników badań randomizowanych, aby móc zalecić lub odradzać stosowania takiej profilaktyki. [283].

Późne sepsy u noworodków są często wywołane koagulazo-ujemnymi gronkowcami. Uważa się, że często swoje źródło mają w zakażonych cewnikach centralnych. W pięciu badaniach, obejmujących łącznie 371 noworodków, porównywano wpływ wankomycyny podawanej w ciągłej infuzji wraz z żywieniem pozajelitowym z podawaną w pojedynczych iniekcjach oraz z placebo. U dzieci przyjmujących wankomycynę rzadziej odnotowywano przypadki sepsy (RR .11; 95% CI .05-.24) oraz rzadziej stwierdzano przypadki sepsy wywołanej przez koagulazo-ujemne gronkowce (RR .33; 95% CI .19-.59) [284]. Niemniej jednak wskaźniki śmiertelności oraz długości okresu hospitalizacji nie różniły się znacząco między tymi dwiema grupami. Brak jest wystarczających danych by ocenić ryzyko selekcji organizmów opornych na wankomycynę.

Maści antybiotykowe/antyseptyczne

Zalecenia

Maść antyseptyczną z powidonem jodu lub maść z bacytracyną/gramicydyną/polimiksyną B stosować każdorazowo *(na miejsce wprowadzenia cewnika przez skórę)**, po wprowadzeniu cewnika do hemodializy oraz po zakończeniu każdej dializy tylko w przypadku, kiedy maść nie wchodzi w interakcje z materiałem z jakiego wykonany jest cewnik do hemodializy, zgodnie z informacją producenta [59, 115-119].
Kategoria IB

Pochodzenie informacji

W celu ograniczenia zanieczyszczeń bakteryjnych w miejscu wprowadzenia cewnika i zapobiegania zakażeniom wykorzystano wiele różnych maści antybiotykowych lub antyseptycznych. W oparciu o wiele starszych badań, zajmujących się przede wszystkim kaniulami w żyłach obwodowych, dojść można do różnych wniosków [82, 285, 286]. Co więcej, stosowanie maści antybiotykowych o ograniczonej skuteczności przeciwgrzybicznej mogą przyspieszać kolonizację i/lub zakażenia ze strony gatunków *Candida* [89].

Nowsze badania zajęły się zastosowaniem takich maści u pacjentów z grupy wysokiego ryzyka, szczególnie tych poddawanych hemodializie [116-119]. Trzy kontrolowane badania randomizowane oceniały skuteczność 10% poliwidonu jodu [117-119]. Stwierdzono znaczący spadek w zakresie kolonizacji i zakażenia miejsca wprowadzenia cewnika oraz zakażeń krwi. Korzystny efekt był jeszcze istotniejszy w przypadkach kolonizacji nosa ze strony *Staphylococcus aureus* [117-119].

U nosicieli nosowych *S.aureus* częściej występowały przypadki CRBSI, w porównaniu do osób nie będących nosicielami [287-289]. Skłoniło to badaczy do skupienia się nad kwestią użyteczności mupirocyny, silnego środka przeciwko gronkowcom. Wyniki kilku badań potwierdziły redukcję CRBSI po zastosowaniu mupirocyny w miejscu wprowadzenia cewnika [117, 290-292]. W innych przypadkach stwierdzono skuteczny efekt po donosowej aplikacji mupirocyny [288, 289, 293]. Niestety entuzjastyczne reakcje na wyniki tych badań zostały stłumione wskutek szybkiego pojawienia się w kilku ośrodkach organizmów opornych na mupirocynę [88, 294, 295] oraz potencjalnego uszkadzającego wpływu mupirocyny na cewniki poliuretanowe [94, 95].

W jedynym badaniu wykazano znaczący wpływ na śmiertelność w porównawczym badaniu stosowania maści zawierającej bacytracynę/gramicydynę/polimiksynę B z placebo w miejscu wprowadzenia cewnika u 169 pacjentów poddawanych hemodializie [296]. Więcej przypadków zakażeń odnotowano u pacjentów, którym podawano placebo, niż u pacjentów przyjmujących bacytracynę/gramicydynę/polimiksynę B (34 vs. 12%; ryzyko względne; 0,35; 95% CI, .18 do .68). Liczba przypadków zakażeń na 1.000 cewniko-dni (4,10 vs. 1,02; $P < .0001$), oraz liczba bakteriemii na 1.000 cewniko-dni (2,48 vs. .63; $P = .0004$) była również wyższa w grupie placebo. W trakcie 6-miesięcznego okresu badań odnotowano 13 zgonów w grupie placebo w porównaniu z 3 takimi przypadkami w grupie bacytracyny/gramicydyny/polimiksyny B ($P = .004$). Tak więc, wyniki jednego badania u pacjentów poddawanych hemodializie wykazały, że stosowanie bacytracyny/gramicydyny/polimiksyny B może wpływać korzystnie na efekty terapeutyczne, ale brak jest podobnych danych dla innych populacji pacjentów [296]. Dodać należy, że aktualnie na rynku amerykańskim nie ma maści zawierających gramicydynę.

„Korki" antybiotykowe, antybakteryjne płukanie cewnika oraz profilaktyka śluzy cewnika

W przypadku pacjentów, u których stosowany jest cewnik długookresowy, a u których stwierdzono wcześniej wielokrotne CRBSI mimo stosowania optymalnej techniki aseptycznej, stosować należy „korki" z roztworów przeciwbakteryjnych [120-138]. **Kategoria II**

Pochodzenie informacji

W celu zapobiegania CRBSI stosowano wiele różnych roztworów antybiotykowych i antyseptycznych do płukania lub zamykania świateł cewników [120-138]. Zamykanie cewnika „korkiem antybiotykowym" to technika polegająca na tym, że światło cewnika, wypełnia się roztworem przeciwbakteryjnym i pozostaje on tam przez okres, kiedy cewnik nie jest używany. Stosowano pojedynczy antybiotyk o różnych stężeniach, (przeciwko konkretnemu mikroorganizmowi) lub w połączeniu z innymi (dla uzyskania szerszego spektrum działania) w celu profilaktycznego płukania lub wypełniania centralnych cewników żylnych. Spośród antybiotyków używano: wankomycynę, gentamycynę, cyprofloksacynę, minocyklinę, amikacynę, cefazolin, cefotaksym oraz ceftazydym; stosowane antyseptyki zawierały alkohol, taurolidynę, cytrynian trisodowy. (Taurolidyna i cytrynian sodowy nie są dopuszczone do tego wskazania w Stanach Zjednoczonych). Środki te są zwykle stosowane łącznie ze środkami działającymi jako antykoagulanty, jak np. heparyna lub EDTA. Większość badań obejmowała relatywnie niewielkie grupy pacjentów z grypy wysokiego ryzyka, jak np. pacjenci poddawani hemodializie, noworodki, lub pacjenci onkologiczni z neutropenią. Pomimo iż większość badań wskazuje na pozytywny wpływ stosowania roztworów przeciwbakteryjnych do płukania i wypełniania w kontekście zapobiegania zakażeniom odcewnikowym, to ich stosowanie należy wyważyć w związku z potencjalnymi działaniami niepożądanymi, toksycznością, reakcjami alergicznymi lub też uodpornieniem się mikroorganizmów. Szeroka gama stosowanych substancji, niejednorodność wśród badanych populacji pacjentów, a także ograniczenia w zakresie wielkości i przebiegu badania uniemożliwiają ustalenie jednoznacznych zaleceń w zakresie stosowania takich technik. Co więcej, FDA nie dopuściła do obrotu gotowych mieszanin, a większość stosowanych mieszanin przygotowywana jest w aptekach szpitalnych. Poniżej znajduje się krótki przegląd kilku badań.

Co najmniej 10 badań dot. stosowania roztworów do płukania i wypełniania cewników przeprowadzono na pacjentach poddawanych hemodializie [128, 129, 131-138]. Trzy meta-analizy wykazały, że roztwory do wypełniania cewników obniżają ryzyko CRBSI u pacjentów z tej grupy [297-299]. W największym perspektywicznym badaniu randomizowanym, obejmujących 291 pacjentów, porównywano skuteczność 30% cytryniany trisodowego i heparyny [133]. Wskaźnik CRBSI był znacząco niższy w grupie cewników wypełnianych cytrynianem trisodowym (4,1 BSI/1.000 cewniko-dni CVC w porównaniu z 1,1 BSI/1.000 cewniko-dni CVC, P<.001), ale nie stwierdzono żadnych znaczących różnic w zakresie zakrzepicy i okluzji cewni-

ka. W przypadku gwałtownej infuzji stężonego cytrynianu dojść może do poważnej hipokalcemii, zaburzenia rytmu serca i zgonu. W drugim pod względem wielkości badaniu jednej grupie pacjentów poddawanych hemodializie podawano roztwory do wypełniania cewnika zawierające cefazolin, gentamycynę i heparynę, a w grupie kontrolnej stosowano roztwory zawierające wyłącznie heparynę [135]. W 120 przypadkach wskaźnik CRBSI był istotnie niższy w grupie pacjentów, u których stosowano antybiotykowy roztwór do wypełnień (0,44 BSI/1.000 cewniko-dni cewnikami do żyły centralnej (CVC) w porównaniu z 3,12 BSI/1.000 cewniko-dni (CVC); P = .03) [135]. W innych badaniach obejmujących pacjentów hemodializowanych zajmowano się roztworami zawierającymi minocyklinę, gentamycynę, EDTA, heparynę, taurolidynę, wankomycynę i cefotaksym.

Co najmniej pięć badań zostało przeprowadzonych wśród pediatrycznych pacjentów onkologicznych [120, 121, 124, 126, 127]. Największe badanie objęło 126 osób. W ramach tego perspektywicznego badania randomizowanego z wykorzystaniem metody podwójnej ślepej próby porównywano wankomycynę/cyprofloksacynę/heparynę (VCH) z wankomycyną/heparyną (VH) oraz z samą heparyną (H) [124]. W trakcie tego badania stwierdzono, że stosowanie VCH i VH wiązało się ze znacznie późniejszym występowaniem zakażeń odcewnikowych, w porównaniu z heparyną, natomiast wskaźnik zakażeń był znacząco niższy w obydwóch grupach pacjentów przyjmujących antybiotyk, w porównaniu z grupą przyjmującą wyłącznie heparynę (1,72/1.000 cewniko-dni z wykorzystaniem CVC [H] w porównaniu z 0,55/1.000 cewniko-dni CVC [VCH] i 0,37/1.000 cewniko-dni CVC [VH]).

W ramach meta-analizy oceniającej siedem kontrolowanych badań randomizowanych, badających użyteczność roztworów do płukania lub wypełniania zawierających wankomycynę w porównaniu z roztworami zawierającymi wyłącznie heparynę stwierdzono, że wskaźnik ryzyka dla roztworów zawierających wankomycynę/heparynę wynosi 0,49 (95% CL .26-.95, P = .03) [300]. Stosowanie techniki wypełniania cewnika („korka") dawało lepsze rezultaty, niż samo płukanie cewnika wankomycyną.

Ostatnio przeprowadzono prospektywne badanie randomizowane z wykorzystaniem metody podwójnej ślepej próby, w którym porównywano użyteczność 70% etanolu z heparynizowanym roztworem soli fizjologicznej do wypełniania cewnika w kontekście zapobiegania pierwotnym CRBSI u pacjentów onkologicznych. Pacjenci poddani prewencyjnej terapii z wykorzystaniem etanolowego roztworu do wypełnień byli znacząco rzadziej narażeni na wystąpienie pierwotnego CRBSI (0,60/1.000 cewniko-dni z wykorzystaniem cewników do żyły centralnej; OR 0,18, 95% CI .05.65, P5 .008) [301].

Antykoagulanty

Zalecenia

Nie należy stosować rutynowo antykoagulantów w celu minimalizacji ryzyka zakażeń odcewnikowych [139]. Kategoria II

Pochodzenie informacji

Krótko po wprowadzeniu cewniki wewnątrznaczyniowe są pokrywane błoną składającą się z fibryny, białka osocza oraz elementów komórkowych, takich jak płytki i erytrocyty [213, 302]. Mikroorganizmy wchodzą w interakcje z tą błoną, co prowadzi do kolonizacji cewnika [303]. Istnieje ścisła zależność pomiędzy zakrzepicą cewników do żył centralnych i zakażeniem [221, 304, 305]. Dlatego właśnie w celu zapobiegania zakrzepicy i prawdopodobnemu obniżaniu ryzyka infekcji stosowane są antykoagulanty.

W meta-analizie oceniającej korzyści płynące z profilaktycznego podawania heparyny u pacjentów z krótkookresowym CVC (3 jednostki/ml w żywieniu pozajelitowym, przepłukiwanie 5.000 jednostek co każde 6 lub 12 godzin lub 2.500 jednostek drobnocząsteczkowej heparyny podskórnie), podawanie heparyny obniżało ryzyko odcewnikowej zakrzepicy żyły centralnej [139]. Nie stwierdzono jednakże znaczących różnic w zakresie wskaźnika CRBSI.

W nowszym perspektywicznym badaniu randomizowanym 204 pacjentom z nietunelizowanymi cewnikami CVC podawano heparynę (100 jednostek/kg) lub sól fizjologiczną (50 ml/d) na drodze infuzji ciągłej [306]. Wskaźnik CRBSI był znacząco mniejszy wśród pacjentów z grupy „heparyny" (2,5 BSI/1.000 cewniko-dni w porównaniu z 6,4 BSI/1.000 cewniko-dni. Ponieważ zdecydowana większość roztworów heparyny zawiera przeciwbakteryjne środki konserwujące, to nie jest jasne, czy spadek wskaźnika CRBSI jest efektem ograniczenia formowania się skrzepliny, działaniem środków konserwujących, czy może kombinacją tych dwóch czynników. Większość cewników do tętnicy płucnej, pępkowych i do żyły centralnej dostępnych jest w wersji jako pokryte heparyną. Większość cewników pokrytych heparyną z benzalkonium, który pełni funkcję przeciwbakteryjną [307] i zapewnia efekt przeciw-zakrzepowy [308]. Niemniej jednak niektóre cewniki są pokryte heparyną bez benzalkonium [309]. Badania potwierdziły, że stosowanie cewników pokrytych heparyną prowadzi do obniżenia ryzyka zakrzepicy i CRBSI [306, 308-310], ale są mniej skuteczne w kontekście ograniczania kolonizacji cewnika w porównaniu z cewnikami impregnowanymi chlorheksydyną/solą srebrową sulfadiazyny [311]. Możliwość wystąpienia indukowanej heparyną małopłytkowości (HIT), zniechęciło wielu klinicystów do stosowania heparyny [312]. Poleca się stosowanie cytryniany trisodowego jako roztwór do wypełniania cewnika („korek"), ponieważ charakteryzuje się właściwościami anty-koagulacyjnymi oraz przeciwbakteryjnymi [133]. W ramach prospektywnego badania randomizowanego z wykorzystaniem metody podwójnej ślepej próby, obejmującego pacjentów poddawanych hemodializie, stoso-

wanie w okresach międzydializacyjnej „korków" w cewnikach dializacyjnych z heparyny (5.000 U/ml) wiązało się ze znacząco wyższym wskaźnikiem CRBSI w porównaniu ze stosowaniem „korków" z 30% cytrynianu trisodowego (4,1 BSI/1.000 cewniko-dni w porównaniu z 1,1 BSI/1.000 cewniko-dni) [313].

Warfaryna była oceniana jako środek obniżający formowanie się skrzepliny CVC i dzięki temu redukujący zakażenia [314-318]. W przypadku pacjentów z długookresowymi CVC podawanie niskich dawek warfaryny (tj. 1 mg/dobę) prowadziło do obniżenia częstości zakrzepicy cewnika [142, 143]. Niestety w innych badaniach nie potwierdzono redukcji zakrzepicy, a kolejne badania wykazały nieprzewidziane interakcje u pacjentów przyjmujących 5-FU [319, 320]. Dane są ograniczone; mimo iż niewielkie dawki warfaryny obniżają ryzyko formowania się skrzepliny u pacjentów onkologicznych, to nie wykazano jej korzystnego wpływu na redukcję powikłań infekcyjnych. U 20% pacjentów objętych określonymi badaniami doszło do wydłużenia czasu protrombinowego, co wiązało się z koniecznością dostosowania dawki [321]. Inne antykoagulanty, jak np. inhibitory czynnika Xa lub bezpośrednie inhibitory trombiny nie zostały właściwie ocenione w kontekście redukowania ryzyka zakażeń odcewnikowych.

Wymiana kaniul obwodowych i cewników pośrodkowych (midline catheters)

Zalecenia

1. W celu redukcji ryzyka zakażenia i zapalenia żyły u dorosłych nie ma potrzeby dokonywania wymiany kaniul obwodowych częściej, niż co 72-96 godzin [36, 140, 141]. **Kategoria IB**
2. Brak zaleceń dot. wymiany kaniul obwodowych u dorosłych poza tymi, które są wskazane z klinicznego punktu widzenia [142-144]. **Kwestia nierozstrzygnięta**
3. Kaniule obwodowe u dzieci należy zmieniać tylko, jeśli jest to wskazane z klinicznego punktu widzenia [32, 33]. **Kategoria IB**
4. Cewnik pośrodkowy należy wymieniać tylko, jeśli istnieją specyficzne wskazania. **Kategoria II**

Pochodzenie informacji

Jako metoda zapobiegania zapaleniu żyły oraz zakażeniom odcewnikowym proponowano planowe wymienianie cewników wewnątrznaczyniowych. Badania prowadzone nad krótkimi cewnikami obwodowymi (kaniulami) żylnymi wskazały, że częstość przypadków zakrzepowego zapalenia żył oraz bakteryjnej kolonizacji kaniul ulegają zwiększeniu w przypadku, kiedy kaniule znajdują się w naczyniu powyżej 72 godzin [258]. Niemniej jednak wskaźniki (częstość występowania) zapalenia żyły nie różnią się w istotnym stopniu pomiędzy kaniulami obwodowymi stosowanymi przez 72 godziny i kaniulami stosowanymi przez 96 godzin [141]. Ponieważ zapalenie żyły oraz kolonizacja kaniuli kojarzone są ze zwiększonym ryzykiem zakażeń odcewnikowych,

kaniule obwodowe są zwykle wymieniane co 72-96 godzin, co ma na celu redukcję zarówno ryzyka infekcji jak złagodzenie dyskomfortu pacjentów cierpiących wskutek zapalenia żyły.

Niektóre badania sugerują, że planowe usuwanie cewnika/kaniuli po upływie 72 godzin daje podobne wyniki w zakresie wskaźników zapalenia żyły i niesprawności cewników, jak metoda polegająca na usuwaniu cewnika wtedy, kiedy jest to konieczne [142-144]. Niestety badania te nie podejmowały zagadnienia CRBSI, przez co ryzyko CRBSI w kontekście tych dwóch sposobów postępowania z cewnikiem nie zostało właściwe zbadane.

Stosowanie cewników pośrodkowych kojarzone jest z niższym wskaźnikiem zapalenia żył, niż ma to miejsce w przypadku kaniul obwodowych oraz z niższym wskaźnikiem zakażeń niż w przypadku CVC [322-324]. W jednym z badań prospektywnych, obejmującym 140 cewników pośrodkowych, stosowanie ich wiązało się z wartością wskaźnika BSI na poziomie 0,8 na 1.000 cewniko-dni [324]. Ze wskaźnikiem zakażeń nie kojarzono żadnego konkretnego czynnika ryzyka, w tym okresu cewnikowania. Cewniki pośrodkowe były używane średnio przez 7 dni, a maksymalny okres utrzymywania cewnika wyniósł 49 dni. Mimo iż wyniki badania sugerują, że cewniki pośrodkowe winny być zmieniane wyłącznie wtedy, kiedy istnieje do tego konkretne wskazanie, to żadne prospektywne badanie randomizowane nie oceniało korzyści płynących z rutynowej wymiany cewników jako strategii zapobiegania CRBSI dla cewników pośrodkowych.

Wymiana centralnych cewników żylnych, w tym cewników PICC i cewników do hemodializy

1. Nie należy wymieniać rutyno CVC, PICC, cewników do hemodializy ani cewników do tętnicy płucnej w celu zapobiegania zakażeniom odcewnikowym. **Kategoria IB**
2. Nie należy usuwać CVC ani PICC jeśli u pacjenta jedynym objawem jest gorączka. Należy dokonać oceny klinicznej w odniesieniu do zasadności usunięcia cewnika, jeśli istnieje zakażenie w innym miejscu, lub gdy istnieje podejrzenie, że wzrost temperatury nie został wywołany przez zakażenie. **Kategoria II**
3. Nie należy rutynowo wymieniać cewników nietunelizowanych z użyciem prowadnika w celu zapobiegania zakażeniom. **Kategoria IB**
4. Nie należy stosować wymiany cewnika nietunelizowanego z użyciem prowadnika, w odniesieniu do którego jest podejrzenie zakażenia. **Kategoria IB**
5. Jeśli nie ma objawów zakażenia, można wymieniać cewniki nietunelizowane w przypadku ich nieprawidłowego funkcjonowania z wykorzystaniem prowadnika. **Kategoria IB**
6. Gdy wykonuje się wymianę cewnika naczyniowego na nowy z użyciem prowadnicy, przed rozpoczęciem pracy z nowym cewnikiem, należy zdjąć stare i założyć nowe rękawice sterylne. **Kategoria II**

Pochodzenie informacji

Wymienianie cewników po upływie ustalonego okresu, jako metoda redukowania CRBSI, nie obniżyła wartości tego wskaźnika. Przeprowadzono dwa badania, w ramach których porównano metodę wymiany cewnika co 7 dni i wymianę cewnika w momencie, kiedy było to konieczne [165, 325]. Jedno z tych badań objęło 112 pacjentów chirurgicznych na ICU, wymagających założenia CVC, cewników do tętnicy płucnej lub obwodowych cewników tętniczych [165], podczas gdy drugie badanie objęło wyłącznie przypadki założenia cewników podobojczykowych do hemodializy [325]. W obydwóch badaniach nie stwierdzono żadnych różnic w zakresie CRBSI u pacjentów, u których cewnik zmieniany był co 7 dni w porównaniu z pacjentami, których cewniki były wymieniane wg potrzeb.

Planowana wymiana cewników do żył centralnych z użyciem prowadnicy Seldingera to kolejna strategia, proponowana w celu zapobiegania CRBSI. Wyniki meta-analizy 12 kontrolowanych badań randomizowanych, oceniających postępowanie z CVC nie wykazały żadnych różnic w zakresie redukcji CRBSI wskutek rutynowej wymiany CVC z użyciem prowadnicy Seldingera w porównaniu z przypadkami, kiedy cewniki wymieniane były wg potrzeby [326]. Tak więc uznać można, że rutynowa wymiana CVC nie jest konieczna w przypadku cewników, które funkcjonują prawidłowo i nie wykazują żadnych symptomów komplikacji miejscowych, czy ogólnoustrojowych.

Technika wymiany cewnika z użyciem prowadnicy Seldingera została zaakceptowana na potrzeby wymiany działającego wadliwie cewnika lub na potrzeby zastąpienia cewnika w tętnicy płucnej cewnikiem do żyły centralnej, jeśli inwazyjny monitoring przestał być już konieczny. Wprowadzanie cewnika z użyciem prowadnicy wiąże się z mniejszym dyskomfortem oraz znacząco mniejszymi powikłaniami mechanicznymi, w porównaniu z ponownym przezskórnym wprowadzaniem cewnika w nowym miejscu [327]. Dodatkowo technika ta sprawdza się jako metoda zabezpieczania ograniczonego dostępu żylnego w przypadku niektórych pacjentów. Wymiana cewników czasowych z użyciem prowadnicy Seldingera w przypadku występowania bakteriemii nie jest akceptowaną technikę, ponieważ przyczyną infekcji jest zwykle kolonizacja kanału powstałego w skórze od miejsca wprowadzenia cewnika w kierunku do żyły [37, 327]. Niemniej jednak w przypadku niektórych pacjentów z tunelizowanymi cewnikami do hemodializy, u których doszło do bakteriemii, wymiana cewnika po prowadnicy w połączeniu z terapią antybiotykową stanowi alternatywną technikę ratującą u pacjentów z ograniczonym dostępem żylnym [328-331].

Z uwagi na utrudnione wykonanie dostępu naczyniowego u dzieci, należy zwrócić szczególną uwagę na częstotliwość, z jaką u tych pacjentów wykonuje się wymiany cewnika. W badaniu wykorzystującym techniki analizy przeżywalności w celu oceny zależności pomiędzy czasem utrzymywania cewnika w żyle głównej a występowaniem powikłań u dzieci leczonych na oddziałach intensywnej opieki medycznej, wszyscy uczestnicy badania (n = 397) pozostawali nie zainfekowani przez średni okres 23,7 dni [250]. Co więcej, nie ustalono żadnego powiązania pomiędzy czasem utrzymywania cewnika w żyle głównej oraz dziennym prawdopodobieństwem zakażenia (r = 0,21; P

> .1), co sugeruje, że rutynowa wymiana CVC prawdopodobnie nie wpływa na redukcję częstości zakażeń odcewnikowych [250].

Dostęp naczyniowy może być jeszcze bardziej ograniczony w przypadku noworodków. Cztery badania randomizowane (n = 368) podsumowane ostatnio w Bazie Danych Systemowego Przeglądu Cochrane'a porównywały wpływ podawania żywienia pozajelitowego z wykorzystaniem wprowadzonych przezskórnie cewników do żyły centralnej w porównaniu z techniką wykorzystującą obwodowe cewniki wewnątrznaczyniowe. W przypadku noworodków, którym zakładano przezskórnie CVC konieczne były mniej bolesne procedury (punkcja żyły), natomiast nie znaleziono żadnych dowodów na zwiększenie ryzyka BSI [332].

Jedną z najczęstszych przyczyn wymiany CVC u niemowląt jest zatkanie cewnika wskutek sformowania się skrzepliny. W celu zapobiegania zatykaniu się cewnika stosowano różne metody. Ostatnio, w randomizowanym badaniu (n = 201) sprawdzano, czy podawanie heparyny na drodze ciągłej infuzji (0,5 jednostek/kg/godz.) może skutecznie wydłużać okres cewnikowania, w porównaniu do infuzji placebo. Wskaźnik okluzji cewnika wymagający jego wymiany był niższy w grupie pacjentów przyjmujących heparynę (6% w porównaniu z 31%, P = .001; NNT = 4). Wskaźniki CRBSI były na podobnym poziomie, chociaż celem badania nie było ocenianie różnic w zakresie CRBSI. Poziom przeciwciał heparynowych nie był rutynowo badany [333].

Cewniki do Hemodializy. Stosowanie cewników na potrzeby hemodializy to najczęściej występujący czynnik przyczyniający się do bakteriemii wśród pacjentów dializowanych [334, 335]. Względne ryzyko bakteriemii u pacjentów z cewnikami do dializy jest siedmiokrotnie większe niż u pacjentów z przetokami tętniczo-żylnymi [336]. Z uwagi na niższe ryzyko infekcji przetoka tętniczo-żylna oraz proteza naczyniowa są preferowane względem cewników do hemodializy u pacjentów z przewlekłą niewydolnością nerek. Jeśli na potrzeby dializy wymagany jest czasowy dostęp, mający trwać > 3 tygodni, nawet u pacjentów oddziałów intensywnej terapii (ICU) preferowany jest cewnik tunelizowany z mankietem, w stosunku do cewnika bez mankietu, [59].

Cewniki do Tętnicy Płucnej. Cewniki do tętnicy płucnej wprowadzane są poprzez introducer wykonany z Teflon®-u i zwykle pozostają w naczyniu średnio przez 3 dni. Większość cewników do tętnicy płucnej jest powlekana heparyną, co nie tylko obniża zakrzepicę cewnika, ale także wskaźnik przylegania mikroorganizmów do powierzchni cewnika [307]. Meta-analiza wskazuje, że wskaźnik CRBSI związany z cewnikowaniem tętnicy płucnej wynosi 3,7 na 1.000 dni cewnikowania i jest nieco większy, w porównaniu ze stosowaniem nie-powlekanych i nie-tunelizowanych CVC (2,7 na 1.000 cewniko-dni) [6, 45].

Dane uzyskane z badań prospektywnych wskazują, że ryzyko znacznej kolonizacji cewnika oraz CRBSI wzrasta wraz z wydłużaniem się okresu przebywania cewnika w naczyniu. Generalnie, ryzyko znacznej kolonizacji cewnika wzrasta powyżej 4. dnia cewnikowania [75, 337, 338], podczas gdy ryzyko CRBSI wzrasta po upływie 5-7 dni cewnikowania [75, 84, 166]. Należy starać się rozróżnić między zakażeniem wywołanym przez introducer oraz zakażeniem związanym ze stosowaniem cewnika do tętni-

cy płucnej. Do istotnej kolonizacji introducera dochodzi wcześniej, niż do kolonizacji cewnika do tętnicy płucnej [337, 339]. Żadne z badań nie wykazało, że wymiana cewnika w rutynowych odstępach czasu jest skuteczną metodą obniżania ryzyka CRBSI [165, 327, 339]. W przypadku pacjentów wymagających ciągłego monitorowania hemodynamicznego, cewniki do tętnicy płucnej nie muszą być wymieniane częściej, niż co 7 dni [339]. Brak jest konkretnych zaleceń dot. rutynowego wymieniania cewników, które mają być pozostawione w naczyniu > 7 dni.

Cewniki do tętnicy płucnej są zwykle umieszczane w cienkim plastikowym rękawie, co zapobiega skażeniu cewnika przez osoby dotykające cewnika w trakcie jego wprowadzania. W badaniu obejmującym 166 cewników wykazano, że w przypadku pacjentów, którym zakładano cewniki znajdujące się w rękawie występowało mniej przypadków CRBSI, niż u pacjentów, którym zakładano cewnik do tętnicy płucnej bez rękawa (P = .002) [81].

Cewniki pępkowe

Zalecenia

1. W przypadku wystąpienia CRBSI, niewydolności naczyniowej kończyny dolnej lub zakrzepicy żylnej należy usunąć i nie zakładać kolejnego cewnika do tętnicy pępkowej [145]. **Kategoria II**
2. W przypadku wystąpienia CRBSI lub zakrzepicy żylnej należy usunąć i nie zakładać kolejnego cewnika do żyły pępkowej [145]. **Kategoria II**
3. Brak jest zaleceń dot. ratowania zagrożonego cewnika pępkowego poprzez terapię antybiotykową podawaną przez cewnik. **Kwestia nierozstrzygnięta**
4. Przed wprowadzeniem cewnika pępkowego należy zdezynfekować miejsce jego wprowadzenia. W związku z potencjalnym oddziaływaniem na tarczycę noworodka nie należy stosować do tego celu jodyny. Można stosować inne produkty zawierające jod (np. poliwidon jodu) [146-150]. **Kategoria IB**
5. Na skórę w miejscu wprowadzenia cewnika pępkowego nie należy stosować działających miejscowo maści antybiotykowych ani kremów, gdyż może to wspomagać rozwój zakażeń grzybiczych i zwiększać oporność [88, 89]. **Kategoria IB**
6. Do płynów podawanych na drodze infuzji przez cewnik do tętnicy pępkowej należy dodawać niewielkie dawki heparyny (0,25-1,0 U/ml) [151-153]. **Kategoria IB**
7. Cewniki pępkowe należy usuwać jak najszybciej, tzn. gdy już nie są dłużej potrzebne oraz każdorazowo w przypadku stwierdzenia niewydolności naczyniowej kończyny dolnej. Jako rozwiązanie optymalne uznaje się, że cewniki pępkowe w tętnicy nie powinny być stosowane dłużej niż 5 dni [145, 154]. **Kategoria II**
8. Cewniki założone do żyły pępkowej winny być usuwane gdy tylko nie są dłużej potrzebne, ale w przypadku zachowywania warunków aseptyki mogą być stosowane do 14 dni [155, 156]. **Kategoria II**
9. Cewnik pępkowy można wymienić, jeśli nie funkcjonuje prawidłowo i jednocześnie brak jest wskazań do jego usunięcia, a łączny okres cewnikowania nie przekro-

czył 5 dni w przypadku cewnika w tętnicy pępkowej i 14 dni w przypadku cewnika w żyle pępkowej. **Kategoria II**

Pochodzenie informacji

Mimo iż kikut pępkowy jest mocno skolonizowany krótko po narodzinach, to cewnikowanie naczyń pępkowych jest często stosowaną techniką uzyskania dostępu naczyniowego u noworodków. Naczynia pępkowe mogą być łatwo kaniulowane, dzięki czemu można zarówno pobierać próbki krwi, jak i dokonywać pomiaru statusu hemodynamicznego. Częstość kolonizacji cewnika oraz występowania przypadków BSI jest porównywalna dla cewników do żył i tętnic pępkowych. W kilku badaniach zajmujących się cewnikami do tętnicy pępkowej oszacowano, że 40-55% cewników zostało skolonizowanych, a w 5% przypadków doszło do CRBSI; w przypadku cewników do żyły pępkowej do kolonizacji dochodziło w 22-59% przypadków [147, 148, 340], a do CRBSI w 3-8% przypadków [148]. Pomimo tego, że wskaźniki CRBSI dla cewników pępkowych w pozycji wysokiej (tj. powyżej przepony) i cewników pępkowych w pozycji niskiej (tj. poniżej przepony i powyżej rozdwojenia aorty) są podobne, cewniki wprowadzane w pozycji wysokiej charakteryzowały się mniejszą częstością komplikacji naczyniowych bez zwiększenia niepożądanych następstw [148].

Czynniki ryzyka infekcji są różne dla cewników do żyły pępkowej i tętnicy pępkowej. W jednym z badań, noworodki o bardzo niskiej wadze urodzeniowej, którym podawano antybiotyki przez okres > 10 dni, były w grupie podwyższonego ryzyka wystąpienia przypadków CRBSI tętnicy pępkowej [148]. Dla porównania, noworodki o wyższej wadze urodzeniowej, którym podawano roztwory do żywienia pozajelitowego, znalazły się w grupie podwyższonego ryzyka wystąpienia CRBSI żyły pępkowej. Okres cewnikowania nie był niezależnym czynnikiem ryzyka infekcji dla żadnej z badanych rodzajów cewników pępkowych.

Ostatnio przeprowadzone badanie randomizowane (n = 210), w ramach którego oceniano, czy długo-okresowe (do 28 dni) cewnikowanie naczyń pępkowych u noworodków może skutkować takim samym lub niższym wskaźnikiem CRBSI, jak cewnikowanie krótko-okresowe przez 7-10 dni, poprzedzające przezskórne cewnikowanie żył centralnych. Wskaźnik CRBSI był wyższy (20%) wśród noworodków cewnikowanych długo-okresowo, w porównaniu z noworodkami cewnikowanymi krótko-okresowo (13%). Różnica nie była statystycznie istotna (P = .17), chociaż badanie to nie miało odpowiedniej mocy. Badanie to nie było w stanie ocenić różnic w zakresie częstości występowania zakrzepicy żylnej [341].

Obwodowe cewniki (kaniule) tętnicze oraz przyrządy do monitorowania ciśnienia u pacjentów dorosłych i dzieci

Zalecenia

1. W przypadku pacjentów dorosłych, w celu obniżania ryzyka zakażenia, jako miejsce wprowadzenia kaniuli/cewnika preferowane są dostępy do tętnicy promienio-

wej, tętnicy ramiennej lub tętnicy grzbietowej stopy, w stosunku do tętnicy udowej lub pachowej [46, 47, 157, 158]. **Kategoria IB**

2. W przypadku dzieci nie należy stosować dostępu do tętnicy ramiennej. Preferuje się dostęp promieniowy, z łuku grzbietowego stopy lub tylny piszczelowy, niż udowy czy pachowy [46]. **Kategoria II**
3. W trakcie wprowadzania kaniuli/obwodowego cewnika tętniczego stosować należy co najmniej czepek, maskę, sterylne rękawice i małe sterylne obłożenie z okienkiem [476, 158, 159]. **Kategoria IB**
4. W trakcie wprowadzania cewnika do tętnicy pachowej lub udowej należy stosować środki ostrożności w celu zapewnienia maksymalnie sterylnej bariery. **Kategoria II**
5. Cewniki tętnicze należy zmieniać tylko jeśli jest to klinicznie wskazane. **Kategoria II**
6. Cewnik tętniczy należy usunąć jak tylko nie będzie już dłużej potrzebny. **Kategoria II**
7. Należy stosować jeśli to możliwe, raczej jednorazowe niż wielokrotnego użytku przetworniki ciśnienia [160, 164]. **Kategoria IB**
8. W celu zapobiegania zakażeniom odcewnikowym nie należy rutynowo zmieniać cewników tętniczych [165, 166, 167, 168]. **Kategoria II**
9. Przetworniki jednorazowego lub wielorazowego użytku należy wymieniać co 96 godzin. Pozostałe komponenty systemu (w tym dreny, przyrządy do płukania, roztwory do płukania) należy wymieniać w tym samym czasie co przetwornik [37, 161]. **Kategoria IB**
10. Należy utrzymywać wszystkie komponenty systemu do monitorowania ciśnienia (w tym przyrządy do kalibracji i roztwór do płukania) w stanie sterylnym [160, 169-171]. **Kategoria IA**
11. Należy ograniczyć do minimum liczbę manipulacji i otwierania (aktów dostępu) systemu do monitorowania ciśnienia. Należy stosować raczej zamknięty system do płukania (tzn. płukanie ciągłe), niż system otwarty (tzn. taki, który wymaga strzykawki i kranika), co służyć ma utrzymaniu drożności cewników do monitorowania ciśnienia [163, 172]. **Kategoria II**
12. Jeśli system do monitorowania ciśnienia jest wyposażony w membranę, a nie w zawór odcinający, wówczas przed podłączeniem do systemu należy zdezynfekować membranę za pomocą odpowiedniego antyseptyka [163]. **Kategoria IA**
13. Poprzez system do monitorowania ciśnienia nie należy podawać roztworów zawierających glukozę, ani roztworów do żywienia pozajelitowego [163, 173, 174]. **Kategoria IA**
14. Jeśli stosowane są elementy przetwornika wielorazowego użytku, wówczas należy sterylizować je zgodnie z zaleceniami producenta [163, 173-176]. **Kategoria IA**

Pochodzenie informacji

Cewniki tętnicze są zwykle wprowadzane do tętnicy promieniowej lub udowej, umożliwiając ciągłe monitorowanie ciśnienia krwi i gazometrię krwi. Ryzyko CRBSI dla cewników tętniczych jest niższe, niż ryzyko związane ze stosowaniem nie-powlekanych, pozbawionych mankietu, nie-tunelizowanych krótko-okresowych CVC (1,7

w porównaniu z 2,7 na 1.000 cewniko-dni) [6]. Wskaźniki ryzyka CRBSI są jednak porównywalne dla cewników tętniczych i powlekanych, pozbawionych mankietu i nietunelowanych krótko-okresowych CVC [6]. W przeciwieństwie do CVC, przestrzeganie zaleceń dot. pełnej bariery przeciwbakteryjnej w trakcie kaniulacji tętnicy wydaje się nie wpływać na obniżenie ryzyka tętniczego CRBSI [158, 159]. Niemniej jednak w przypadku wprowadzania cewników tętniczych z zachowaniem zasad protokołu zaleceń dot. maksymalnie sterylnej bariery, uzyskać można bardzo niski wskaźnik ryzyka CRBSI (0,4/1.000 cewniko-dni) [47]. Pomimo tego, że wyniki meta-analizy nie wykazały różnic w zakresie wskaźników CRBSI pomiędzy trzema różnymi miejscami wprowadzania cewnika (promieniowy, udowy i pachowy) [342], do kolonizacji cewników wprowadzanych z dostępu udowego dochodziło częściej [158]. Dodatkowo prospektywne badanie obserwacyjne ponad 2.900 cewników tętniczych wprowadzonych z wykorzystaniem zasad maksymalnie sterylnej bariery potwierdziło prawie 8-krotny wzrost częstości CRBSI w przypadku wprowadzania cewnika z dostępu udowego, w porównaniu z dostępem promieniowym [343]. Co więcej, wprowadzanie cewnika z dostępu udowego wiąże się z większym ryzykiem CRBSI ze strony bakterii gram-ujemnych [343]. Wskaźniki kolonizacji cewnika oraz CRBSI wydają się podobne dla dostępu promieniowego i grzbietowego stopy [157]. Ryzyko wystąpienia CRBSI wzrasta wraz z wydłużeniem okresu cewnikowania [166, 344]; aczkolwiek rutynowa wymiana cewników tętniczych w ustalonych przedziałach czasowych nie skutkuje redukcją ryzyka CRBSI [165]. Cewniki, które muszą być pozostawione w naczyniu przez > 5 dni nie powinny być rutynowo zmieniane, o ile nie ma widocznych oznak infekcji.

Wymiana zestawów do infuzji

Zalecenia

1. W przypadku pacjentów, którzy nie otrzymują transfuzji krwi, produktów krwi ani emulsji tłuszczowych, wymiana zestawów do infuzji, które są w ciągłym użyciu, w tym zestawy dodatkowe i przyrządy pomocnicze, winna odbywać się nie częściej niż co 96 godzin, [177], ale nie rzadziej, niż raz na 7 dni [187-181]. **Kategoria IA**
2. Brak zaleceń dot. częstości wymiany zestawów do podawania wykorzystywanych okresowo. **Kwestia nierozstrzygnięta**
3. Brak zaleceń dot. częstości wymiany igieł do portów implantowanych. **Kwestia nierozstrzygnięta**
4. Dreny wykorzystywane do podawania krwi, produktów krwi lub emulsji tłuszczowych (tych, które są podawane łącznie z aminokwasami i glukozą w mieszaninach 3-w-1 lub podawanych osobno na drodze infuzji) należy wymieniać nie później, niż 24 godziny od momentu rozpoczęcia infuzji [182-185]. **Kategoria IB**
5. Dreny wykorzystywane do podawania propofolu należy wymieniać co 6 lub 12 godzin, w trakcie wymiany fiolki, zgodnie z zaleceniami producenta (strona internetowa FDA Medwatch) [186]. **Kategoria IA**

6. Brak zaleceń dot. czasu, przez jaki igła do portów implantowanych może pozostawać w miejscu wkłucia. **Kwestia nierozstrzygnięta**

Pochodzenie informacji

Ustalenie optymalnego momentu rutynowej wymiany zestawów do podawania dożylnego było przedmiotem wielu, dobrze nadzorowanych badań i meta-analiz. Dane pochodzące z tych badań wykazują, że wymiana zestawów do podawania nie częściej 72-96 godzin licząc od momentu rozpoczęcia ich użytkowania jest bezpieczna i korzystna z ekonomicznego punktu widzenia [141, 177, 179-181]. Nowsze badania sugerują, że zestawy do podawania mogą być bezpiecznie wykorzystywane przez okres do 7 dni, o ile są stosowane w połączeniu z antyseptycznymi cewnikami lub nie są stosowane razem z płynami sprzyjającymi wzrostowi mikroorganizmów (np. roztwory do żywienia pozajelitowego lub krew) [216, 345]. W przypadku podawania na drodze infuzji płynu przyspieszającego wzrost mikroorganizmów (np. emulsje tłuszczowe i produkty krwi) wskazane są częstsze wymiany zestawów do podawania, ponieważ produkty te identyfikowane są jako niezależne czynniki ryzyka CRBSI [182, 216, 346-350]. W zakresie długości okresu, przez jaki igły do uzyskania dostępu do portów implantowanych mogą być pozostawione na miejscu w kontekście ryzyka CRBSI dostępne są ograniczone dane. Chociaż w niektórych ośrodkach są one stosowane nieprzerwanie przez kilka tygodni bez CRBSI [351], postępowanie takie nie zostało w odpowiednim stopniu przebadane.

Bezigłowe systemy *(łączniki/porty*)* dostępu dożylnego

Zalecenia

1. Łączniki (*porty**) bezigłowe należy wymieniać z taką samą częstotliwością jak zestawy do infuzji/podawania. Nie stwierdzono żadnych korzyści płynących z wymieniania tychże komponentów częściej niż co 72 godziny [39, 187-193]. **Kategoria II**
2. W celu redukcji wskaźników zakażeń łączniki/*porty** bezigłowe należy wymieniać nie częściej niż co 72 godziny lub zgodnie z zaleceniami producenta [187, 189, 192, 193]. **Kategoria II**
3. W celu minimalizacji wycieków i przypadków uszkodzenia systemu należy upewnić się, że wszystkie komponenty systemu są kompatybilne ze sobą [194]. **Kategoria II**
4. Ryzyko skażenia należy zminimalizować poprzez przecieranie portu z użyciem odpowiedniego antyseptyku (chlorheksydyna, poliwidon jodowany (jodofor) lub alkohol 70%) oraz wprowadzanie do portu wyłącznie sterylnych elementów [189, 192, 194-196]. **Kategoria IA**
5. Należy używać systemu bezigłowego w celu dostępu do drenów dożylnych. **Kategoria IC**
6. W przypadku stosowania systemów bezigłowych preferowane są zawory z przegrodą podzielną, w przeciwieństwie do niektórych zaworów mechanicznych,

gdyż stosowanie tych drugich wiąże się z większym ryzykiem zakażeń [197-200].

Kategoria II

Pochodzenie informacji

Kraniki *(3-drożne*)* stosowane do wstrzykiwania leków, infuzji dożylnych i pobierania próbek krwi to potencjalne miejsca wnikania mikroorganizmów do cewników naczyniowych oraz płynów infuzyjnych. Nie udowodniono, czy takie skażenie to znaczące miejsce dla wnikania mikroorganizmów wywołujących CRBSI. Niemniej jednak kraniki należy zamykać koreczkami, jeśli nie są używane. Generalnie, stosowanie zamkniętych systemów cewnika wiąże się z rzadszymi przypadkami CRBSI, niż ma to miejsce w przypadku systemów otwartych i właśnie te pierwsze winny być preferowane [352].

Systemy typu „Piggyback" – *(„na barana"*)* – (dodatkowe czasowe infuzje podawane przez port w zestawie do infuzji, przez który podawana jest zasadnicza infuzja *(kroplówka*)* są alternatywą dla kraników. Niemniej jednak również te systemy stwarzają ryzyko skażenia płynów wewnątrznaczyniowych, jeśli przyrząd *(igła*)* przenikający przez gumową membranę portu do wstrzykiwań jest wystawiany na kontakt z powietrzem lub ma bezpośredni kontakt z niesterylnym przylepcem wykorzystywanym do umocowania igły do portu. Zmodyfikowane systemy typu „Piggyback" mają potencjalne właściwości zapobiegania skażeniu w tych miejscach [353].

Próby zredukowania częstości skaleczeń ostrymi przyrządami i związanego z tym ryzyka transmisji infekcji przenoszonych przez krew na pracowników służby zdrowia doprowadziły do wdrożenia i obowiązkowego stosowania bezigłowych systemów do infuzji. Obecnie na rynku *(USA*)* dostępnych jest kilka rodzajów łączników bezigłowych.

Pierwszy rodzaj łączników systemu bezigłowego składa się z łącznika wyposażonego w rozwarstwiającą się membranę, przez którą wsuwana jest zamiast igły tępa kaniula (kaniula przenika przez membranę rozdzielając ją). Z uwagi na dużą ilość przestrzeni w łączniku potrzebnej do wprowadzenia i dostosowania się kaniuli, wysuwanie kaniuli może prowadzić do powstania ujemnego ciśnienia, co w konsekwencji może skutkować aspiracją krwi do dalszego odcinka światła cewnika, zwiększając tym samym ryzyko okluzji lub zakrzepicy cewnika. W celu wyeliminowania tego problemu powstał przyrząd typu „luer-activated" *(aktywowany końcówką Luer*)*, który składa się z zaworu zapobiegającego wypływowi płynu przez łącznik. Niektóre urządzenia wyposażone w złącza luer wymagają stosowania koreczka, który jest zakładany na nieużywany zawór, co utrudnia zachowanie aseptyki i może sprzyjać skażeniu.

Inny rodzaj systemów bezigłowych drugiej generacji skonstruowany jest tak, by uniknąć zatkania cewnika zakrzepłą krwią. Odbywa się to *(w trakcie podłączania i odłączania końcówki strzykawki lub zestawu do infuzji*)* na drodze przemieszczenia pod dodatnim ciśnieniem płynu wypełniającego łącznik w celu wypłukania zassanej krwi ze światła cewnika lub poprzez neutralne zachowanie się płynu w łączniku celem zapobieżenia cofnięcia się krwi do światła cewnika.

Stosowanie łączników bezigłowych lub zaworów mechanicznych wydaje się być skuteczne w dziedzinie redukowania kolonizacji łącznika, co potwierdzają niektóre [196, 354, 355], ale nie wszystkie [356] badania, które porównywały je z różnymi kranikami i koreczkami. W jednym z badań [354] częstość występowania przypadków CRBSI uległa obniżeniu, porównując łącznik bezigłowy ze standardowym kranikiem trójdrożnym. W celu zapobieżenia transmisji mikroorganizmów przez łącznik stosować należy odpowiednie środki do dezynfekcji [357]. Część badań wykazało, że najbardziej skutecznym sposobem ograniczania kolonizacji jest dezynfekowanie przyrządów roztworami chlorheksydyny/alkoholi [195, 196]. Istotny może być także czas, przez jaki aplikowane są środki dezynfekujące. Jedno z badań wykazało, że przecieranie 70% alkoholem urządzeń typu dostępu dożylnego tylko przez 3 do 5 sekund nie zapewnia właściwej dezynfekcji powierzchni membrany łącznika [358]. Niemniej jednak wiele dochodzeń wyjaśniających przypadki epidemii zakażeń szpitalnych wykazało, że zastąpienie bezigłowych systemów wprowadzania kaniuli zewnętrznej przez rozwarstwiającą się membranę łącznikami z zaworem mechanicznym, prowadziło do wzrostu CRBSI [197, 198, 200, 359]. Bezpośrednia przyczyna tego związku nie jest znana. Nie wiadomo także, czy związek ten wynika z właściwości łącznika czy jego klasy, szczególnie w świetle tego, że zarówno fizyczne jak i mechaniczne właściwości łączników bezigłowych *(różnych firm*)* różnią się między sobą. W ramach jednego z badań stwierdzono wzrost CRBSI w związku z przejściem od przyrządu do dostępu dożylnego wyposażonego w mechaniczny zawór do zasysania do przyrządu wyposażonego w zawór mechaniczny do wypierania płynu [199].

Natomiast w jednym z badań obserwacyjnych (w ramach tworzenia pakietu interwencji), zastąpienie portu z zastawką mechaniczną przemieszczaną ciśnieniem ujemnym (zasysanie), aktywowanego końcówką Luer, innym typem łącznika aktywowanego końcówką Luer z zastawką mechaniczną przemieszczaną ciśnieniem dodatnim (wypieranie), zaowocowało znaczącym obniżeniem się częstości występowania CRBSI [201].

Wyjaśnieniem epidemii zakażeń związanych ze stosowaniem tych przyrządów mogą być trudności we właściwej dezynfekcji powierzchni łącznika, wynikające z właściwości fizycznych plastikowej obudowy membrany rozdzielającej portu, właściwości przepływu płynu przez łącznik (laminarny lub burzliwy), wielkością wewnętrznej powierzchni portu, potencjalną objętością przestrzeni martwej dla płynu, niewłaściwym płukaniem przyrządu spowodowanym niewystarczającą możliwością wzrokowej kontroli nieprzezroczystego kanału do podawania płynu, a także nieregularną powierzchnią wewnętrzną przyrządu, na której mogą osadzać się mikroorganizmy, szczególnie w przypadkach, kiedy cewnik stosowany jest do pobierania krwi [199]. Pewne badania wykazały, że wzrost CRBSI towarzyszący zmianie portów na aktywowane końcówką Luer może być związany z niewłaściwymi praktykami mycia *(dezynfekcji powierzchni portu*)* i kontroli zakażeń, jak np. nieregularna wymiana portów [192, 194]. Zawory łącznika powlekanego srebrem zostały dopuszczone przez FDA; niemniej jednak nie opublikowano żadnych wyników badań randomizowanych z wykorzystaniem tych pro-

duktów i nie można podać żadnych rekomendacji dot. jego wykorzystania. Podobnie jest w przypadku koreczków spełniających funkcje bariery antyseptycznej do łączników bezigłowych, które to zostały przebadane laboratoryjnie i potwierdziły swoją skuteczność w powstrzymywaniu mikroorganizmów [360], a które nie zostały dotychczas przebadane w żadnym badaniu klinicznym.

Poprawa wyników

Zalecenia

Wieloaspektowe strategie postępowania opracowane na użytek wewnętrzny (przez konkretny szpital) lub we współpracy między wieloma jednostkami należy łączyć w pakiety (bundle) w celu zwiększenia ich zgodności z zalecanymi praktykami, opartymi na wiarygodnych i aktualnych dowodach naukowych (Evidence Based Practices). [15, 69, 70, 201-205]. **Kategoria IB**

Pochodzenie informacji

Decydenci kliniczni, świadczeniodawcy usług medycznych oraz osoby reprezentujące pacjentów w kwestiach bezpieczeństwa podkreślają znaczenie przekładania wyników badań na codzienną praktykę. Nadal konieczne jest dokładne ocenianie praktyk zapobiegania CRBSI z wykorzystaniem badań o wysokiej trafności wewnętrznej i włączających takie badane populacje, które zapewniają trafność zewnętrzną.

Jak tylko praktyki postępowania uznane zostaną za skutecznie i ekonomicznie korzystne, następnym krokiem jest wdrożenie tych popartych dowodami praktyk do rutynowych procedur w opiece zdrowotnej. Niestety wdrożenie popartych dowodami praktyk zapobiegania CRBSI w szpitalach amerykańskich nie zakończyło się pełnym sukcesem [361, 362]. W ogólnokrajowym badaniu przeprowadzonym w marcu 2005 roku wykazano, że w ponad 700 szpitalach, czyli 1/4 ogólnej liczby szpitali w USA, ani zalecenia stosowania maksymalnie sterylnej bariery w trakcie wprowadzania linii centralnej, ani dezynfekowanie miejsca wprowadzenia cewnika z wykorzystaniem glikonianu chlorheksydyny, a więc dwóch szeroko rekomendowanych praktyk, opublikowanych w wytycznych z 2002 roku [363], nie były stosowane rutynowo [364]. Około 15% szpitali w USA potwierdzało rutynową wymianę CVC w celu zapobiegania zakażeniom, mimo dowodów stwierdzających, że praktyka taka nie powinna być stosowana [362, 364].

Badacze konsekwentnie podejmowali różnorakie próby lepszego transferu odkryć naukowych i popartych dowodami rekomendacji do praktyki klinicznej. W ostatnich latach opublikowano wiele badań dot. kwestii poprawy jakości, w ramach których wykorzystywano różne metody, jak edukowanie personelu służby zdrowia, prowadzenie audytów i zbieranie opinii, wprowadzanie zmian organizacyjnych oraz przypomnień klinicznych [8-11, 69, 70, 202, 365-367]. Szkolenia koncentrowały się przede wszystkim na kwestii higieny rąk, stosowaniu maksymalnie sterylnej bariery w trakcie wprowadzania, właściwego wyboru miejsca

wprowadzenia, właściwego przygotowania miejsca wprowadzenia z wykorzystaniem glikonianu chlorheksydyny oraz jak najszybszego usuwania cewników, które nie były dłużej potrzebne. Podczas gdy wiele badań typu przed-i-po na kilku zbieżnych grupach kontrolnych [15, 70] zostało opublikowanych, nie opublikowano żadnego kontrolowanego badania randomizowanego oceniającego strategię poprawy jakości w celu zapobiegania CRBSI [368]. Zdecydowana większość badań typu przed-i-po potwierdzało statystycznie znaczący spadek wskaźników CRBSI po wdrożeniu strategii poprawy jakości [368]. Dodatkowo, w obydwóch badaniach kontrolowanych potwierdzono statystycznie znaczącą redukcję CRBSI w grupach interwencyjnych w porównaniu w grupami kontrolnymi [15, 70].

Badacze stosowali także wieloaspektowe podejścia, w ramach których łączyli kilka różnych strategii *(w pakiety – bundle*)* w celu poprawy zgodności z opartymi na dowodach wytycznymi [15, 69, 70]. W jednym z takich wspólnych badań kohortowych [69] obejmujących 108 oddziałów intensywnej terapii (ICU) w Michigan, klinicyści stosowali pięć opartych na dowodach praktyk: higiena rąk, zalecenia dot. maksymalnej bariery, dezynfekcja miejsca wprowadzenia cewnika z wykorzystaniem chlorheksydyny, unikanie dostępu udowego oraz jak najwcześniejsze usuwanie niepotrzebnych cewników do żyły centralnej Oprócz edukowania klinicystów w zakresie zapobiegania CRBSI, prowadzone interwencje obejmowały: 1) w pełni wyposażony wózek-zestaw do wprowadzania centralnego cewnika żylnego; 2) listę kontrolną w celu zapewnienia zgodności z właściwymi praktykami; 3) wstrzymanie procedur w przypadkach nie-nagłych, jeśli nie przestrzegano popartych dowodami praktyk; 4) wczesne usuwanie niepotrzebnych cewników do żyły centralnej (decyzję o usunięciu podejmowano w trakcie codziennych obchodów); 5) Informacja zwrotna dla zespołów klinicznych odnośnie liczby przypadków CRBSI oraz ogólnych wskaźników; oraz 6) przekonanie kierownictwa klinik uczestniczących w badaniu, że przed rozpoczęciem badania należy zrobić zapasy produktów/roztworów glikonianu chlorheksydyny.

Przy użyciu analizy przerywanych szeregów czasowych i regresji wieloczynnikowej badacze wykazali statystycznie istotny 66% spadek częstości CRBSI w ok. 28 miesięcy po rozpoczęciu interwencj [69] i ciągłej redukcji tego wskaźnika w miarę upływu czasu [369]. W poszczególnych instytucjach, w oparciu o obszary, które zostały zidentyfikowane jako wymagające poprawy wyników należy określić specyficzne metody pomiarowe procesu i wyników końcowych celem ich śledzenia i uzyskania informacji zwrotnej (tj. częstość zakażeń linii centralnych, proporcja CVC założonych z wykorzystaniem wszystkich elementów pakietu do tych CVC, podczas zakładania których stosowano tylko poszczególne elementy pakietu ORAZ to udokumentowano).

Na zakończenie należy podkreślić, że kwestia pielęgnacji już założonych cewników winna być w centrum zainteresowania wszystkich programów poprawy jakości. Badanie, w ramach którego oceniano praktykę oraz wiedzę personelu w zakresie pielęgnacji założonych CVC oraz identyfikowano aspekty pielęgnacji CVC potencjalnie prowadzące do poprawy jakości, zidentyfikowało kilka obszarów po-

tencjalnej poprawy pielęgnacji założonych cewników [370]. Dane zostały zgromadzone dla 151 CVC założonych u 106 pacjentów, co łącznie dało 721 cewniko-dni. Ogólnie zanotowano 323 przypadki błędów w zakresie pielęgnacji, dając wskaźnik błędów na poziomie 44,8%, ze znaczącą różnicą pomiędzy oddziałami intensywnej opieki medycznej (ICU) i pozostałymi oddziałami. Opatrunki (naruszone) oraz koreczki (nieprawidłowo nałożone) zostały zidentyfikowane jako podstawowe błędy w pielęgnacji CVC w, odpowiednio 158 i 156 przypadkach na 1.000 dni cewnikowania. Działania mające na celu poprawę jakości pielęgnacji winny skupić się na ułatwieniach w zakresie wdrażania najlepszej praktyki.

Referencje

1. Mermel LA. Prevention of intravascular catheter-related infections. (Erratum: Ann Intern Med 133:395, 2000). Ann Intern Med 2000; 132:391–402.
2. 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; 136:229–34.
3. 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; 34:2084–9.
4. Blot SI, Depuydt P, Annemans L, et al. Clinical and economic outcomes in critically ill patients with nosocomial catheter-related bloodstream infections. Clin Infect Dis 2005; 41:1591–8.
5. 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; 163:1584–90.
6. 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; 81:1159–71.
7. Yoo S, Ha M, Choi D, Pai H. Effectiveness of surveillance of central catheter-related bloodstream infection in an ICU in Korea. Infect Control Hosp Epidemiol 2001; 22:433–6.
8. Warren DK, Zack JE, Cox MJ, Cohen MM, Fraser VJ. An educational intervention to prevent catheter-associated bloodstream infections in a non-teeaching community medical center. Crit Care Med 2003; 31:1959–63.
9. 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 ICU. Chest 2004; 126:1612–8.
10. Warren DK, Cosgrove SE, Diekema DJ, et al. A multicenter intervention to prevent catheter-associated bloodstream infections. Infect Control Hosp Epidemiol 2006; 27:662–9.
11. Higuera F, Rosenthal VD, Duarte P, Ruiz J, Franco G, Safdar N. The effect of process control on the incidence of central venous catheter-associated bloodstream infections and mortality in intensive care units in Mexico. Crit Care Med 2005; 33:2022–7.
12. 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; 30:59–64.
13. Coopersmith CM, Zack JE, Ward MR, et al. The impact of bedside behavior on catheter-related bacteremia in the intensive care unit. Arch Surg 2004; 139:131 6.

14. Sherertz RJ, Ely EW, Westbrook DM, et al. Education of physiciansin-training can decrease the risk for vascular catheter infection. Ann Intern Med 2000; 132:641–8.
15. 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; 355:1864–8.
16. Nehme AE. Nutritional support of the hospitalized patient. The team concept. JAMA 1980; 243:1906–8.
17. 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; 158:473–7.
18. Tomford JW, Hershey CO, McLaren CE, Porter DK, Cohen DI. Intravenous therapy team and peripheral venous catheter-associated complications. A prospective controlled study. Arch Intern Med 1984; 144:1191–4.
19. Scalley RD, Van CS, Cochran RS. The impact of an i.v. team on the occurrence of intravenous-related phlebitis. A 30-month study. J Intraven Nurs 1992; 15:100–9.
20. Palefski SS, Stoddard GJ. The infusion nurse and patient complication rates of peripheral-short catheters. A prospective evaluation. J Intraven Nurs 2001; 24:113–23.
21. 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; 19:103–6.
22. Hunter MR. Development of a Vascular Access Team in an acute care setting. J Infus Nurs 2003; 26:86–91.
23. Hawes ML. A proactive approach to combating venous depletion in the hospital setting. J Infus Nurs 2007; 30:33–44.
24. Brunelle D. Impact of a dedicated infusion therapy team on the reduction of catheter-related nosocomial infections. J Infus Nurs 2003; 26:362–6.
25. Bosma TL, Jewesson PJ. An infusion program resource nurse consult service: our experience in a major Canadian teaching hospital. J Infus Nurs 2002; 25:310–5.
26. Pierce CA, Baker JJ. A nursing process model: quantifying infusion therapy resource consumption. J Infus Nurs 2004; 27:232–44.
27. Tomford JW, Hershey CO. The i.v. therapy team: impact on patient care and costs of hospitalization. NITA 1985; 8:387–9.
28. Davis D, O'Brien MA, Freemantle N, Wolf FM, Mazmanian P, Taylor-Vaisey A. Impact of formal continuing medical education: do conferences, workshops, rounds, and other traditional continuing education activities change physician behavior or health care outcomes? JAMA 1999; 282:867–74.
29. 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; 24:916–25.
30. 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: 150–8.
31. 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; 21:12–7.
32. Maki DG, Goldman DA, Rhame FS. Infection control in intravenous therapy. Ann Intern Med 1973; 79:867–87.

33. Band JD, Maki DG. Steel needles used for intravenous therapy. Morbidity in patients with hematologic malignancy. Arch Intern Med 1980; 140:31–4.
34. Tully JL, Friedland GH, Baldini LM, Goldmann DA. Complications of intravenous therapy with steel needles and Teflon catheters. A comparative study. Am J Med 1981; 70:702–6.
35. Ryder MA. Peripheral access options. Surg Oncol Clin N Am 1995; 4:395–427.
36. Maki DG, Ringer M. Risk factors for infusion-related phlebitis with small peripheral venous catheters. A randomized controlled trial. Ann Intern Med 1991; 114:845–54.
37. 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; 91:197S–205.
38. 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; 299:2413–22.
39. Moretti EW, Ofstead CL, Kristy RM, Wetzler HP. Impact of central venous catheter type and methods on catheter-related colonization and bacteraemia. J Hosp Infect 2005; 61:139–45.
40. Nagashima G, Kikuchi T, Tsuyuzaki H, et al. To reduce catheter-related bloodstream infections: is the subclavian route better than the jugular route for central venous catheterization? J Infect Chemother 2006; 12:363–5.
41. Ruesch S, Walder B, Tramer MR. Complications of central venous catheters: internal jugular versus subclavian access–a systematic review. Crit Care Med 2002; 30:454–60.
42. Sadoyama G, Gontijo Filho PP. Comparison between the jugular and subclavian vein as insertion site for central venous catheters: microbiological aspects and risk factors for colonization and infection. Braz J Infect Dis 2003; 7:142–8.
43. Heard SO, Wagle M, Vijayakumar E, et al. Influence of triple-lumen central venous catheters coated with chlorhexidine and silver sulfadiazine on the incidence of catheter-related bacteremia. Arch Intern Med 1998; 158:81–7.
44. Richet H, Hubert B, Nitemberg G, et al. Prospective multicenter study of vascular-catheter-related complications and risk factors for positive central-catheter cultures in intensive care unit patients. J Clin Microbiol 1990; 28:2520–5.
45. Safdar N, Kluger DM, Maki DG. A review of risk factors for catheter-related bloodstream infection caused by percutaneously inserted, noncuffed central venous catheters: implications for preventive strategies. Medicine (Baltimore) 2002; 81:466–79.
46. Lorente L, Jimenez A, Iribarren JL, Jimenez JJ, Martin MM, Mora ML. The micro-organism responsible for central venous catheter related bloodstream infection depends on catheter site. Intensive Care Med 2006; 32:1449–50.
47. Traore O, Liotier J, Souweine B. Prospective study of arterial and central venous catheter colonization and of arterial-and central venous catheter-related bacteremia in intensive care units. Crit Care Med 2005; 33:1276–80.
48. Joynt GM, Kew J, Gomersall CD, Leung VY, Liu EK. Deep venous thrombosis caused by femoral venous catheters in critically ill adult patients. Chest 2000; 117:178–83.
49. Mian NZ, Bayly R, Schreck DM, Besserman EB, Richmand D. Incidence of deep venous thrombosis associated with femoral venous catheterization. Acad Emerg Med 1997; 4:1118–21.
50. 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; 286:700–7.

51. 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; 19:842–5.
52. Robinson JF, Robinson WA, Cohn A, Garg K, Armstrong JD, 2nd. Perforation of the great vessels during central venous line placement. Arch Intern Med 1995; 155:1225–8.
53. Trottier SJ, Veremakis C, O'Brien J, Auer AI. Femoral deep vein thrombosis associated with central venous catheterization: results from a prospective, randomized trial. Crit Care Med 1995; 23:52–9.
54. 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:R631–5.
55. Schillinger F, Schillinger D, Montagnac R, Milcent T. Post catheterisation vein stenosis in haemodialysis: comparative angiographic study of 50 subclavian and 50 internal jugular accesses. Nephrol Dial Transplant 1991; 6:722–4.
56. Cimochowski GE, Worley E, Rutherford WE, Sartain J, Blondin J, Harter H. Superiority of the internal jugular over the subclavian access for temporary dialysis. Nephron 1990; 54:154–61.
57. Barrett N, Spencer S, McIvor J, Brown EA. Subclavian stenosis: a major complication of subclavian dialysis catheters. Nephrol Dial Transplant 1988; 3:423–5.
58. Trerotola SO, Kuhn-Fulton J, Johnson MS, Shah H, Ambrosius WT, Kneebone PH. Tunneled infusion catheters: increased incidence of symptomatic venous thrombosis after subclavian versus internal jugular venous access. Radiology 2000; 217:89–93.
59. National Kidney Foundation. III. NKF-K/DOQI Clinical Practice Guidelines for Vascular Access: update 2000. Am J Kidney Dis 2001; 37:S137–81.
60. Hind D, Calvert N, McWilliams R, et al. Ultrasonic locating devices for central venous cannulation: meta-analysis. BMJ 2003; 327:361.
61. Randolph AG, Cook DJ, Gonzales CA, Pribble CG. Ultrasound guidance for placement of central venous catheters: a meta-analysis of the literature. Crit Care Med 1996; 24:2053–8.
62. Froehlich CD, Rigby MR, Rosenberg ES, et al. Ultrasound-guided central venous catheter placement decreases complications and decreases placement attempts compared with the landmark technique in patients in a pediatric intensive care unit. Crit Care Med 2009; 37:1090–6.
63. Lamperti M, Caldiroli D, Cortellazzi P, et al. Safety and efficacy of ultrasound assistance during internal jugular vein cannulation in neurosurgical infants. Intensive Care Med 2008; 34:2100–5.
64. Schweickert WD, Herlitz J, Pohlman AS, Gehlbach BK, Hall JB, Kress JP. A randomized, controlled trial evaluating postinsertion neck ultrasound in peripherally inserted central catheter procedures. Crit Care Med 2009; 37:1217–21.
65. Clark-Christoff N, Watters VA, Sparks W, Snyder P, Grant JP. Use of triple-lumen subclavian catheters for administration of total parenteral nutrition. JPEN J Parenter Enteral Nutr 1992; 16:403–7.
66. Early TF, Gregory RT, Wheeler JR, Snyder SO Jr., Gayle RG. Increased infection rate in double-lumen versus single-lumen Hickman catheters in cancer patients. South Med J 1990; 83:34–6.
67. Hilton E, Haslett TM, Borenstein MT, Tucci V, Isenberg HD, Singer C. Central catheter infections: single-versus triple-lumen catheters. Influence of guide wires on infection rates when used for replacement of catheters. Am J Med 1988; 84:667–72.

68. Yeung C, May J, Hughes R. Infection rate for single lumen v triple lumen subclavian catheters. Infect Control Hosp Epidemiol 1988; 9:154–8.
69. Pronovost P, Needham D, Berenholtz S, et al. An intervention to decrease catheter-related bloodstream infections in the ICU. N Engl J Med 2006; 355:2725–32.
70. Berenholtz SM, Pronovost PJ, Lipsett PA, et al. Eliminating catheter-related bloodstream infections in the intensive care unit. Crit Care Med 2004; 32:2014–20.
71. Lederle FA, Parenti CM, Berskow LC, Ellingson KJ. The idle intravenous catheter. Ann Intern Med 1992; 116:737–8.
72. 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; 154:1829–32.
73. Abi-Said D, Raad I, Umphrey J, et al. Infusion therapy team and dressing changes of central venous catheters. Infect Control Hosp Epidemiol 1999; 20:101–5.
74. Capdevila JA, Segarra A, Pahissa A. Catheter-related bacteremia in patients undergoing hemodialysis. Ann Intern Med 1998;

1. 128:600.

75. Mermel LA, Maki DG. Infectious complications of Swan-Ganz pulmonary artery catheters. Pathogenesis, epidemiology, prevention, and management. Am J Respir Crit Care Med 1994; 149:1020–36.
76. 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; 15:231–8.
77. Boyce JM, Pittet D. 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. Infect Control Hosp Epidemiol 2002; 23:S3–40.
78. Bischoff WE, Reynolds TM, Sessler CN, Edmond MB, Wenzel RP. Handwashing compliance by health care workers: the impact of introducing an accessible, alcohol-based hand antiseptic. Arch Intern Med 2000; 160:1017–21.
79. Pittet D, Dharan S, Touveneau S, Sauvan V, Perneger TV. Bacterial contamination of the hands of hospital staff during routine patient care. Arch Intern Med 1999; 159:821–6.
80. Carrer S, Bocchi A, Bortolotti M, et al. Effect of different sterile barrier precautions and central venous catheter dressing on the skin colonization around the insertion site. Minerva Anestesiol 2005; 71:197–206.
81. Cohen Y, Fosse JP, Karoubi P, et al. The „hands-off" catheter and the prevention of systemic infections associated with pulmonary artery catheter: a prospective study. Am J Respir Crit Care Med 1998; 157:284–7.
82. Maki DG, Ringer M, Alvarado CJ. Prospective randomised trial of povidone-iodine, alcohol, and chlorhexidine for prevention of infection associated with central venous and arterial catheters. Lancet 1991; 338:339–43.
83. Mimoz O, Pieroni L, Lawrence C, et al. Prospective, randomized trial of two antiseptic solutions for prevention of central venous or arterial catheter colonization and infection in intensive care unit patients. Crit Care Med 1996; 24:1818–23.
84. 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; 22:1729–37.

85. Bijma R, Girbes AR, Kleijer DJ, Zwaveling JH. Preventing central venous catheter-related infection in a surgical intensive-care unit. Infect Control Hosp Epidemiol 1999; 20:618–20.
86. Madeo M, Martin CR, Turner C, Kirkby V, Thompson DR. A randomized trial comparing Arglaes (a transparent dressing containing silver ions) to Tegaderm (a transparent polyurethane dressing) for dressing peripheral arterial catheters and central vascular catheters. Intensive Crit Care Nurs 1998; 14:187–91.
87. Rasero L, Degl'Innocenti M, Mocali M, et al. Comparison of two different time interval protocols for central venous catheter dressing in bone marrow transplant patients: results of a randomized, multicenter study. The Italian Nurse Bone Marrow Transplant Group (GITMO). Haematologica 2000; 85:275–9.
88. 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; 31:189–93.
89. Flowers RH, Schwenzer KJ, Kopel RF, Fisch MJ, Tucker SI, Farr BM. Efficacy of an attachable subcutaneous cuff for the prevention of intravascular catheter-related infection. A randomized, controlled trial. JAMA 1989; 261:878–83.
90. Robbins J, Cromwell P, Korones DN. Swimming and central venous catheter-related infections in the child with cancer. J Pediatr Oncol Nurs 1999; 16:51–6.
91. Howell PB, Walters PE, Donowitz GR, Farr BM. Risk factors for infection of adult patients with cancer who have tunnelled central venous catheters. Cancer 1995; 75:1367–75.
92. Ivy DD, Calderbank M, Wagner BD, et al. Closed-hub systems with protected connections and the reduction of risk of catheter-related bloodstream infection in pediatric patients receiving intravenous prostanoid therapy for pulmonary hypertension. Infect Control Hosp Epidemiol 2009; 30:823–9.
93. 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; 301:1231–41.
94. Rao SP, Oreopoulos DG. Unusual complications of a polyurethane PD catheter. Perit Dial Int 1997; 17:410–2.
95. 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; 13:1870–1.
96. 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; 107:1431–6.
97. 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; 58:281–7.
98. 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; 24:676–9.
99. Lorenzen AN, Itkin DJ. Surveillance of infection in home care. Am J Infect Control 1992; 20:326–9.
100. White MC. Infections and infection risks in home care settings. Infect Control Hosp Epidemiol 1992; 13:535–9.
101. White MC, Ragland KE. Surveillance of intravenous catheter-related infections among home care clients. Am J Infect Control 1994; 22:231–5.

102. 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; 167:2073–9.
103. 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; 30:1031–5.
104. Popovich KJ, Hota B, Hayes R, Weinstein RA, Hayden MK. Effectiveness of routine patient cleansing with chlorhexidine gluconate for infection prevention in the medical intensive care unit. Infect Control Hosp Epidemiol 2009; 30:959–63.
105. Yamamoto AJ, Solomon JA, Soulen MC, et al. Sutureless securement device reduces complications of peripherally inserted central venous catheters. J Vasc Interv Radiol 2002; 13:77–81.
106. Brun-Buisson C, Doyon F, Sollet JP, Cochard JF, Cohen Y, Nitenberg G. Prevention of intravascular catheter-related infection with newer chlorhexidine-silver sulfadiazine-coated catheters: a randomized controlled trial. Intensive Care Med 2004; 30:837–43.
107. Ostendorf T, Meinhold A, Harter C, et al. Chlorhexidine and silver-sulfadiazine coated central venous catheters in haematological patients–a double-blind, randomised, prospective, controlled trial. Support Care Cancer 2005; 13:993–1000.
108. 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; 143:570–80.
109. Darouiche RO, Raad II, Heard SO, et al. A comparison of two antimicrobial-impregnated central venous catheters. Catheter Study Group. N Engl J Med 1999; 340:1–8.
110. Raad I, Darouiche R, Dupuis J, et al. Central venous catheters coated with minocycline and rifampin for the prevention of catheter-related colonization and bloodstream infections. A randomized, double-blind trial. The Texas Medical Center Catheter Study Group. Ann Intern Med 1997; 127:267–74.
111. 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; 22:3163–71.
112. Bhutta A, Gilliam C, Honeycutt M, et al. Reduction of bloodstream infections associated with catheters in paediatric intensive care unit: stepwise approach. BMJ 2007; 334:362–5.
113. 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; 26:816–20.
114. van de Wetering MD, van Woensel JBM. Prophylactic antibiotics for preventing early central venous catheter Gram positive infections in oncology patients. Cochrane Database of Systematic Reviews 2007; Issue 1. Art. No.: CD003295. DOI: 10.1002/ 14651858. CD003295.pub2.
115. Maki DG, Band JD. A comparative study of polyantibiotic and iodophorointments in prevention of vascular catheter-related infection. Am J Med 1981; 70:739–44.
116. Fukunaga A, Naritaka H, Fukaya R, Tabuse M, Nakamura T. Povidone-iodine ointment and gauze dressings associated with reduced catheter-related infection in seriously ill neurosurgical patients. Infect Control Hosp Epidemiol 2004; 25:696–8.
117. Johnson DW, MacGinley R, Kay TD, et al. A randomized controlled trial of topical exit site mupirocin application in patients with tunnelled, cuffed haemodialysis catheters. Nephrol Dial Transplant 2002; 17:1802–7.

118. Fong IW. Prevention of haemodialysis and peritoneal dialysis catheter related infection by topical povidone-iodine. Postgrad Med J 1993; 69(Suppl 3):S15–7.
119. Levin A, Mason AJ, Jindal KK, Fong IW, Goldstein MB. Prevention of hemodialysis subclavian vein catheter infections by topical povidone-iodine. Kidney Int 1991; 40:934–8.
120. Schwartz C, Henrickson KJ, Roghmann K, Powell K. Prevention of bacteremia attributed to luminal colonization of tunneled central venous catheters with vancomycin-susceptible organisms. J Clin Oncol 1990; 8:1591–7.
121. Rackoff WR, Weiman M, Jakobowski D, et al. A randomized, controlled trial of the efficacy of a heparin and vancomycin solution in preventing central venous catheter infections in children. J Pediatr 1995; 127:147–51.
122. 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; 43:2200–4.
123. Jurewitsch B, Lee T, Park J, Jeejeebhoy K. Taurolidine 2% as an antimicrobial lock solution for prevention of recurrent catheter-related bloodstream infections. J Parenter Enteral Nutr 1998; 22:242–4.
124. 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; 18:1269–78.
125. Garland JS, Alex CP, Henrickson KJ, McAuliffe TL, Maki DG. A vancomycin-heparin lock solution for prevention of nosocomial bloodstream infection in critically ill neonates with peripherally inserted central venous catheters: a prospective, randomized trial. Pediatrics 2005; 116:e198–205.
126. Daghistani D, Horn M, Rodriguez Z, Schoenike S, Toledano S. Prevention of indwelling central venous catheter sepsis. Med Pediatr Oncol 1996; 26:405–8.
127. Barriga FJ, Varas M, Potin M, et al. Efficacy of a vancomycin solution to prevent bacteremia associated with an indwelling central venous catheter in neutropenic and non-neutropenic cancer patients. Med Pediatr Oncol 1997; 28:196–200.
128. Dogra GK, Herson H, Hutchison B, et al. Prevention of tunneled hemodialysis catheter-related infections using catheter-restricted filling with gentamicin and citrate: a randomized controlled study. J Am Soc Nephrol 2002; 13:2133–9.
129. Allon M. Prophylaxis against dialysis catheter-related bacteremia with a novel antimicrobial lock solution. Clin Infect Dis 2003; 36:1539–44.
130. Elhassan NO, Stevens TP, Gigliotti F, Hardy DJ, Cole CA, Sinkin RA. Vancomycin usage in central venous catheters in a neonatal intensive care unit. Pediatr Infect Dis J 2004; 23:201–6.
131. Elhassan NO, Stevens TP, Gigliotti F, Hardy DJ, Cole CA, Sinkin RA. Vancomycin usage in central venous catheters in a neonatal intensive care unit. Pediatr Infect Dis J 2004; 23:201–6.
132. Betjes MG, van Agteren M. Prevention of dialysis catheter-related sepsis with a citrate-taurolidine-containing lock solution. Nephrol Dial Transplant 2004; 19:1546–1.
133. Weijmer MC, van den Dorpel MA, Van de Ven PJ, et al. Randomized, clinical trial comparison of trisodium citrate 30% and heparin as catheter-locking solution in hemodialysis patients. J Am Soc Nephrol 2005; 16:2769–77.

134. Bleyer AJ, Mason L, Russell G, Raad II, Sherertz RJ. A randomized, controlled trial of a new vascular catheter flush solution (minocycline-EDTA) in temporary hemodialysis access. Infect Control Hosp Epidemiol 2005; 26:520–4.
135. Kim SH, Song KI, Chang JW, et al. Prevention of uncuffed hemodialysis catheter-related bacteremia using an antibiotic lock technique: a prospective, randomized clinical trial. Kidney Int 2006; 69:161–4.
136. Al-Hwiesh AK, Abdul-Rahman IS. Successful prevention of tunneled, central catheter infection by antibiotic lock therapy using vancomycin and gentamycin. Saudi J Kidney Dis Transpl 2007; 18:239–47.
137. Nori US, Manoharan A, Yee J, Besarab A. Comparison of low-dose gentamicin with minocycline as catheter lock solutions in the prevention of catheter-related bacteremia. Am J Kidney Dis 2006; 48:596–605.
138. Saxena AK, Panhotra BR, Sundaram DS, et al. Tunneled catheters' outcome optimization among diabetics on dialysis through antibiotic-lock placement. Kidney Int 2006; 70:1629–35.
139. Randolph AG, Cook DJ, Gonzales CA, Andrew M. Benefit of heparin in central venous and pulmonary artery catheters: a meta-analysis of randomized controlled trials. Chest 1998; 113:165–71.
140. Tager IB, Ginsberg MB, Ellis SE, et al. An epidemiologic study of the risks associated with peripheral intravenous catheters. Am J Epidemiol 1983; 118:839–51.
141. Lai KK. Safety of prolonging peripheral cannula and i.v. tubing use from 72 hours to 96 hours. Am J Infect Control 1998; 26:66–70.
142. Van Donk P, Rickard CM, McGrail MR, Doolan G. Routine replacement versus clinical monitoring of peripheral intravenous catheters in a regional hospital in the home program: a randomized controlled trial. Infect Control Hosp Epidemiol 2009; 30:915–7.
143. Webster J, Clarke S, Paterson D, et al. Routine care of peripheral intravenous catheters versus clinically indicated replacement: randomised controlled trial. BMJ 2008; 337:a339.
144. Webster J, Osborne S, Rickard C, Hall J. Clinically-indicated replacement versus routine replacement of peripheral venous catheters. Cochrane Database Syst Rev 2010; 3:CD007798.
145. Boo NY, Wong NC, Zulkifli SS, Lye MS. Risk factors associated with umbilical vascular catheter-associated thrombosis in newborn infants. J Paediatr Child Health 1999; 35:460–5.
146. Garland JS, Buck RK, Maloney P, et al. Comparison of 10% povidone-iodine and 0.5% chlorhexidine gluconate for the prevention of peripheral intravenous catheter colonization in neonates: a prospective trial. Pediatr Infect Dis J 1995; 14:510–6.
147. Krauss AN, Albert RF, Kannan MM. Contamination of umbilical catheters in the newborn infant. J Pediatr 1970; 77:965–9.
148. Landers S, Moise AA, Fraley JK, Smith EO, Baker CJ. Factors associated with umbilical catheter-related sepsis in neonates. Am J Dis Child 1991; 145:675–80.
149. Cronin WA, Germanson TP, Donowitz LG. Intravascular catheter colonization and related bloodstream infection in critically ill neonates. Infect Control Hosp Epidemiol 1990; 11:301–8.
150. Miller KL, Coen PE, White WJ, Hurst WJ, Achey BE, Lang CM. Effectiveness of skin absorption of tincture of I in blocking radioiodine from the human thyroid gland. Health Phys 1989; 56:911–4.
151. Ankola PA, Atakent YS. Effect of adding heparin in very low concentration to the infusate to prolong the patency of umbilical artery catheters. Am J Perinatol 1993; 10:229–32.

152. David RJ, Merten DF, Anderson JC, Gross S. Prevention of umbilical artery catheter clots with heparinized infusates. Dev Pharmacol Ther 1981; 2:117–26.
153. Horgan MJ, Bartoletti A, Polansky S, Peters JC, Manning TJ, Lamont BM. Effect of heparin infusates in umbilicalarterialcatheters on frequencyof thrombotic complications. J Pediatr 1987; 111:774–8.
154. Fletcher MA, Brown DR, Landers S, Seguin J. Umbilical arterial catheter use: report of an audit conducted by the Study Group for Complications of Perinatal Care. Am J Perinatol 1994; 11:94–9.
155. Seguin J, Fletcher MA, Landers S, Brown D, Macpherson T. Umbilical venous catheterizations: audit by the Study Group for Complications of Perinatal Care. Am J Perinatol 1994; 11:67–70.
156. Loisel DB, Smith MM, MacDonald MG, Martin GR. Intravenous access in newborn infants: impact of extended umbilical venous catheter use on requirement for peripheral venous lines. J Perinatol 1996; 16:461–6.
157. Martin C, Saux P, Papazian L, Gouin F. Long-term arterial cannulation in ICU patients using the radial artery or dorsalis pedis artery. Chest 2001; 119:901–6.
158. 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; 36:397–402.
159. Rijnders BJ, Van Wijngaerden E, Wilmer A, Peetermans WE. Use of full sterile barrier precautions during insertion of arterial catheters: a randomized trial. Clin Infect Dis 2003; 36:743–8.
160. Donowitz LG, Marsik FJ, Hoyt JW, Wenzel RP. Serratia marcescens bacteremia from contaminated pressure transducers. JAMA 1979; 242:1749–51.
161. Luskin RL, Weinstein RA, Nathan C, Chamberlin WH, Kabins SA. Extended use of disposable pressure transducers. A bacteriologic evaluation. JAMA 1986; 255:916–20.
162. Maki DG, Hassemer CA. Endemic rate of fluid contamination and related septicemia in arterial pressure monitoring. Am J Med 1981; 70:733–8.
163. Mermel LA, Maki DG. Epidemic bloodstream infections from hemodynamic pressure monitoring: signs of the times. Infect Control Hosp Epidemiol 1989; 10:47–53.
164. Tenold R, Priano L, Kim K, Rourke B, Marrone T. Infection potential of nondisposable pressure transducers prepared prior to use. Crit Care Med 1987; 15:582–3.
165. 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; 18:1073–9.
166. Raad I, Umphrey J, Khan A, Truett LJ, Bodey GP. The duration of placement as a predictor of peripheral and pulmonary arterial catheter infections. J Hosp Infect 1993; 23:17–26.
167. Thomas F, Burke JP, Parker J, et al. The risk of infection related to radial vs femoral sites for arterial catheterization. Crit Care Med 1983; 11:807–12.
168. Leroy O, Billiau V, Beuscart C, et al. Nosocomial infections associated with long-term radial artery cannulation. Intensive Care Med 1989; 15:241–6.
169. Fisher MC, Long SS, Roberts EM, Dunn JM, Balsara RK. Pseudomonas maltophilia bacteremia in children undergoing open heart surgery. JAMA 1981; 246:1571–4.
170. Stamm WE, Colella JJ, Anderson RL, Dixon RE. Indwelling arterial catheters as a source of nosocomial bacteremia. An outbreak caused by Flavobacterium Species. N Engl J Med 1975; 292:1099–102.

171. Weinstein RA, Emori TG, Anderson RL, Stamm WE. Pressure transducers as a source of bacteremia after open heart surgery. Report of an outbreak and guidelines for prevention. Chest 1976; 69:338–44.
172. Shinozaki T, Deane RS, Mazuzan JE Jr., Hamel AJ, Hazelton D. Bacterial contamination of arterial lines. A prospective study. JAMA 1983; 249:223–5.
173. Solomon SL, Alexander H, Eley JW, et al. Nosocomial fungemia in neonates associated with intravascular pressure-monitoring devices. Pediatr Infect Dis 1986; 5:680–5.
174. Weems JJ Jr., Chamberland ME, Ward J, Willy M, Padhye AA, Solomon SL. *Candida* parapsilosis fungemia associated with parenteral nutrition and contaminated blood pressure transducers. J Clin Microbiol 1987; 25:1029–32.
175. Villarino ME, Jarvis WR, O'Hara C, Bresnahan J, Clark N. Epidemic of Serratia marcescens bacteremia in a cardiac intensive care unit. J Clin Microbiol 1989; 27:2433–6.
176. Beck-Sague CM, Jarvis WR, Brook JH, et al. Epidemic bacteremia due to Acinetobacter baumannii in five intensive care units. Am J Epidemiol 1990; 132:723–33.
177. Gillies D, Wallen MM, Morrison AL, Rankin K, Nagy SA, O'Riordan E. Optimal timing for intravenous administration set replacement. Cochrane Database of Systematic Reviews 2005; Issue 4. Art. No.: CD003588. DOI: 10.1002/14651858.CD003588.pub2.
178. Sitges-Serra A, Linares J, Perez JL, Jaurrieta E, Lorente L. A randomized trial on the effect of tubing changes on hub contamination and catheter sepsis during parenteral nutrition. JPEN J Parenter Enteral Nutr 1985; 9:322–5.
179. Snydman DR, Donnelly-Reidy M, Perry LK, Martin WJ. Intravenous tubing containing burettes can be safely changed at 72 hour intervals. Infect Control 1987; 8:113–6.
180. Maki DG, Botticelli JT, LeRoy ML, Thielke TS. Prospective study of replacing administration sets for intravenous therapy at 48-vs 72hour intervals. 72 hours is safe and cost-effective. JAMA 1987; 258:1777–81.
181. Josephson A, Gombert ME, Sierra MF, Karanfil LV, Tansino GF. The relationship between intravenous fluid contamination and the frequency of tubing replacement. Infect Control 1985; 6:367–70.
182. Melly MA, Meng HC, Schaffner W. Microbiol growth in lipid emulsions used in parenteral nutrition. Arch Surg 1975; 110:1479–81.
183. Mershon J, Nogami W, Williams JM, Yoder C, Eitzen HE, Lemons JA. Bacterial/fungal growth in a combined parenteral nutrition solution. JPEN J Parenter Enteral Nutr 1986; 10:498–502.
184. Gilbert M, Gallagher SC, Eads M, Elmore MF. Microbial growth patterns in a total parenteral nutrition formulation containing lipid emulsion. JPEN J Parenter Enteral Nutr 1986; 10:494–7.
185. Maki DG, Martin WT. Nationwide epidemic of septicemia caused by contaminated infusion products. IV. Growth of microbial pathogens in fluids for intravenous infusions. J Infect Dis 1975; 131:267–72.
186. Bennett SN, McNeil MM, Bland LA, et al. Postoperative infections traced to contamination of an intravenous anesthetic, propofol. N Engl J Med 1995; 333:147–54.
187. Arduino MJ, Bland LA, Danzig LE, McAllister SK, Aguero SM. Microbiologic evaluation of needleless and needle-access devices. Am J Infect Control 1997; 25:377–80.
188. Brown JD, Moss HA, Elliott TS. The potential for catheter microbial contamination from a needleless connector. J Hosp Infect 1997; 36:181–9.

189. Cookson ST, Ihrig M, O'Mara EM, et al. Increased bloodstream infection rates in surgical patients associated with variation from recommended use and care following implementation of a needleless device. Infect Control Hosp Epidemiol 1998; 19:23–7.
190. Seymour VM, Dhallu TS, Moss HA, Tebbs SE, Elliot TS. A prospective clinical study to investigate the microbial contamination of a needle-less connector. J Hosp Infect 2000; 45:165–8.
191. 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; 26:437–41.
192. McDonald LC, Banerjee SN, Jarvis WR. Line-associated bloodstream infections in pediatric intensive-care-unit patients associated with a needleless device and intermittent intravenous therapy. Infect Control Hosp Epidemiol 1998; 19:772–7.
193. Mendelson MH, Short LJ, Schechter CB, et al. Study of a needleless intermittent intravenous-access system for peripheral infusions: analysis of staff, patient, and institutional outcomes. Infect Control Hosp Epidemiol 1998; 19:401–6.
194. Do AN, Ray BJ, Banerjee SN, et al. Bloodstream infection associated with needleless device use and the importance of infection-control practices in the home health care setting. J Infect Dis 1999; 179:442–8.
195. 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; 37:626–30.
196. Casey AL, Burnell S, Whinn H, Worthington T, Faroqui MH, Elliott TS. A prospective clinical trial to evaluate the microbial barrier of a needleless connector. J Hosp Infect 2007; 65:212–8.
197. 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; 44:1408–14.
198. 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; 28:684–8.
199. 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; 27:67–70.
200. 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 Australian hematology-oncology unit. Infect Control Hosp Epidemiol 2007; 28:610–3.
201. Costello JM, Morrow DF, Graham DA, Potter-Bynoe G, Sandora TJ, Laussen PC. Systematic intervention to reduce central line-associated bloodstream infection rates in a pediatric cardiac intensive care unit. Pediatrics 2008; 121:915–23.
202. Frankel HL, Crede WB, Topal JE, Roumanis SA, Devlin MW, Foley AB. Use of corporate Six Sigma performance-improvement strategies to reduce incidence of catheter-related bloodstream infections in a surgical ICU. J Am Coll Surg 2005; 201:349–58.
203. Galpern D, Guerrero A, Tu A, Fahoum B, Wise L. Effectiveness of a central line bundle campaign on line-associated infections in the intensive care unit. Surgery 2008; 144:492–5; discussion 495.

204. McKee C, Berkowitz I, Cosgrove SE, et al. Reduction of catheter-associated bloodstream infections in pediatric patients: experimentation and reality. Pediatr Crit Care Med 2008; 9:40–6.
205. Pronovost PJ, Berenholtz SM, Goeschel CA. Improving the quality of measurement and evaluation in quality improvement efforts. Am J Med Qual 2008; 23:143–6.
206. Horan TC, Andrus M, Dudeck MA. CDC/NHSN surveillance definition of health care-associated infection and criteria for specific types of infections in the acute care setting. Am J Infect Control 2008; 36:309–32.
207. Edwards JR, Peterson KD, Mu Y, et al. National Healthcare Safety Network (NHSN) report: data summary for 2006 through 2008, issued December 2009. Am J Infect Control 2009; 37:783–805.
208. Wisplinghoff H, Bischoff T, Tallent SM, Seifert H, Wenzel RP, Edmond MB. Nosocomial bloodstream infections in US hospitals: analysis of 24,179 cases from a prospective nationwide surveillance study. Clin Infect Dis 2004; 39:309–17.
209. Gaynes R, Edwards JR. Overview of nosocomial infections caused by gram-negative bacilli. Clin Infect Dis 2005; 41:848–54.
210. Burton DC, Edwards JR, Horan TC, Jernigan JA, Fridkin SK. Methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* central line-associated bloodstream infections in US intensive care units, 1997–2007. JAMA 2009; 301:727–36.
211. Safdar N, Maki DG. The pathogenesis of catheter-related bloodstream infection with noncuffed short-term central venous catheters. Intensive Care Med 2004; 30:62–7.
212. Maki DG, Weise CE, Sarafin HW. A semiquantitative culture method for identifying intravenous-catheter-related infection. N Engl J Med 1977; 296:1305–9.
213. Raad I, Costerton W, Sabharwal U, Sacilowski M, Anaissie E, Bodey GP. Ultrastructural analysis of indwelling vascular catheters: a quantitative relationship between luminal colonization and duration of placement. JInfect Dis 1993; 168:400–7.
214. Dobbins BM, Kite P, Kindon A, McMahon MJ, Wilcox MH. DNA fingerprinting analysis of coagulase negative staphylococci implicated in catheter related bloodstream infections. J Clin Pathol 2002; 55:824–8.
215. Anaissie E, Samonis G, Kontoyiannis D, et al. Role of catheter colonization and infrequent hematogenous seeding in catheter-related infections. Eur J Clin Microbiol Infect Dis 1995; 14:134–7.
216. Raad I, Hanna HA, Awad A, et al. Optimal frequency of changing intravenous administration sets: is it safe to prolong use beyond 72 hours? Infect Control Hosp Epidemiol 2001; 22:136–9.
217. Mehall JR, Saltzman DA, Jackson RJ, Smith SD. Fibrin sheath enhances central venous catheter infection. Crit Care Med 2002; 30:908–12.
218. Donlan RM, Costerton JW. Biofilms: survival mechanisms of clinically relevant microorganisms. Clin Microbiol Rev 2002; 15:167–93.
219. Hawser SP, Douglas LJ. Biofilm formation by *Candida* species on the surface of catheter materials in vitro. Infect Immun 1994; 62: 915–21.
220. Stillman RM, Soliman F, Garcia L, Sawyer PN. Etiology of catheter-associated sepsis. Correlation with thrombogenicity. Arch Surg 1977; 112:1497–9.
221. Raad II, Luna M, Khalil SA, Costerton JW, Lam C, Bodey GP. The relationship between the thrombotic and infectious complications of central venous catheters. JAMA 1994; 271:1014–6.

222. Herrmann M, Suchard SJ, Boxer LA, Waldvogel FA, Lew PD. Thrombospondin binds to *Staphylococcus aureus* and promotes staphylococcal adherence to surfaces. Infect Immun 1991; 59:279–88.
223. Shanks RM, Sargent JL, Martinez RM, Graber ML, O'Toole GA. Catheter lock solutions influence staphylococcal biofilm formation on abiotic surfaces. Nephrol Dial Transplant 2006; 21:2247–55.
224. Chatzinikolaou I, Zipf TF, Hanna H, et al. Minocycline-ethylenediaminetetraacetate lock solution for the prevention of implantable port infections in children with cancer. Clin Infect Dis 2003; 36:116–9.
225. McDevitt D, Francois P, Vaudaux P, Foster TJ. Identification of the ligand-binding domain of the surface-located fibrinogen receptor (clumping factor) of Staphylococcus aureus. Mol Microbiol 1995; 16:895–907.
226. Ni Eidhin D, Perkins S, Francois P, Vaudaux P, Hook M, Foster TJ. Clumping factor B (ClfB), a new surface-located fibrinogen-binding adhesin of Staphylococcus aureus. Mol Microbiol 1998; 30:245–57.
227. Mack D, Davies AP, Harris LG, Rohde H, Horstkotte MA, Knobloch JK. Microbial interactions in Staphylococcus epidermidis biofilms. Anal Bioanal Chem 2007; 387:399–408.
228. von Eiff C, Peters G, Heilmann C. Pathogenesis of infections due to coagulase-negative staphylococci. Lancet Infect Dis 2002; 2:677–85.
229. Zhu Y, Weiss EC, Otto M, Fey PD, Smeltzer MS, Somerville GA. *Staphylococcus aureus* metabolism in a biofilm: the influence of arginine on polysaccharide intercellular adhesin synthesis, biofilm formation, and pathogenesis. Infect Immun 2007; 75:4219–26.
230. Murga R, Miller JM, Donlan RM. Biofilm formation by gram-negative bacteria on central venous catheter connectors: effect of conditioning films in a laboratory model. J Clin Microbiol 2001; 39:2294–7.
231. Douglas LJ. *Candida* biofilms and their role in infection. Trends Microbiol 2003; 11:30–6.
232. Donlan RM. Biofilms: microbial life on surfaces. Emerg Infect Dis 2002; 8:881–90.
233. Dunne WM Jr., Burd EM. The effects of magnesium, calcium, EDTA, and pH on the in vitro adhesion of Staphylococcus epidermidis to plastic. Microbiol Immunol 1992; 36:1019–27.
234. Ozerdem Akpolat N, Elci S, Atmaca S, Akbayin H, Gul K. The effects of magnesium, calcium and EDTA on slime production by Staphylococcus epidermidis strains. Folia Microbiol (Praha) 2003; 48:649–53.
235. Banin E, Brady KM, Greenberg EP. Chelator-induced dispersal and killing of *Pseudomonas aeruginosa* cells in a biofilm. Appl Environ Microbiol 2006; 72:2064–9.
236. Donlan RM. Role of biofilms in antimicrobial resistance. ASAIO J 2000; 46:S47–52.
237. Farber BF, Kaplan MH, Clogston AG. Staphylococcus epidermidis extracted slime inhibits the antimicrobial action of glycopeptide antibiotics. J Infect Dis 1990; 161:37–40.
238. Branchini ML, Pfaller MA, Rhine-Chalberg J, Frempong T, Isenberg HD. Genotypic variation and slime production among blood and catheter isolates of *Candida* parapsilosis. J Clin Microbiol 1994; 32:452–6.
239. Sanders RA, Sheldon GF. Septic complications of total parenteral nutrition. A five year experience. Am J Surg 1976; 132:214–20.
240. Ryan JA Jr., Abel RM, Abbott WM, et al. Catheter complications in total parenteral nutrition. A prospective study of 200 consecutive patients. N Engl J Med 1974; 290:757–61.
241. Murphy LM, Lipman TO. Central venous catheter care in parenteral nutrition: a review. JPEN J Parenter Enteral Nutr 1987; 11: 190–201.

242. Armstrong CW, Mayhall CG, Miller KB, et al. Prospective study of catheter replacement and other risk factors for infection of hyperalimentation catheters. J Infect Dis 1986; 154:808–16.
243. Garland JS, Dunne WM Jr., Havens P, et al. Peripheral intravenous catheter complications in critically ill children: a prospective study. Pediatrics 1992; 89:1145–50.
244. Garland JS, Nelson DB, Cheah TE, Hennes HH, Johnson TM. Infectious complications during peripheral intravenous therapy with Teflon catheters: a prospective study. Pediatr Infect Dis J 1987; 6:918–21.
245. Breschan C, Platzer M, Jost R, Schaumberger F, Stettner H, Likar R. Comparison of catheter-related infection and tip colonization between internal jugular and subclavian central venous catheters in surgical neonates. Anesthesiology 2007; 107:946–53.
246. Deshpande KS, Hatem C, Ulrich HL, et al. The incidence of infectious complications of central venous catheters at the subclavian, internal jugular, and femoral sites in an intensive care unit population. Crit Care Med 2005; 33:13–20; discussion 234–5.
247. Durbec O, Viviand X, Potie F, Vialet R, Albanese J, Martin C. A prospective evaluation of the use of femoral venous catheters in critically ill adults. Crit Care Med 1997; 25:1986–9.
248. Venkataraman ST, Thompson AE, Orr RA. Femoral vascular catheterization in critically ill infants and children. Clin Pediatr (Phila) 1997; 36:311–9.
249. Sheridan RL, Weber JM. Mechanical and infectious complications of central venous cannulation in children: lessons learned from a 10-year experience placing more than 1000 catheters. J Burn Care Res 2006; 27:713–8.
250. Stenzel JP, Green TP, Fuhrman BP, Carlson PE, Marchessault RP. Percutaneous central venous catheterization in a pediatric intensive care unit: a survival analysis of complications. Crit Care Med 1989; 17:984–8.
251. Goldstein AM, Weber JM, Sheridan RL. Femoral venous access is safe in burned children: an analysis of 224 catheters. J Pediatr 1997; 130:442–6.
252. Ramos GE, Bolgiani AN, Patino O, et al. Catheter infection risk related to the distance between insertion site and burned area. J Burn Care Rehabil 2002; 23:266–71.
253. Sheth NK, Franson TR, Rose HD, Buckmire FL, Cooper JA, Sohnle PG. Colonization of bacteria on polyvinyl chloride and Teflon intravascular catheters in hospitalized patients. J Clin Microbiol 1983; 18:1061–3.
254. Maki DG, Ringer M. Evaluation of dressing regimens for prevention of infection with peripheral intravenous catheters. Gauze, a transparent polyurethane dressing, and an iodophor-transparent dressing. JAMA 1987; 258:2396–403.
255. Pittet D, Hugonnet S, Harbath S, et al. Effectiveness of a hospital-wide prgramme to improve compliance with hand hygiene. Lancet 2000; 356:1307–9.
256. Humar A, Ostromecki A, Direnfeld J, et al. Prospective randomized trial of 10% povidone-iodine versus 0.5% tincture of chlorhexidine as cutaneous antisepsis for prevention of central venous catheter infection. Clin Infect Dis 2000; 31:1001–7.
257. Chaiyakunapruk N, Veenstra DL, Lipsky BA, Saint S. Chlorhexidine compared with povidone-iodine solution for vascular catheter-site care: a meta-analysis. Ann Intern Med 2002; 136:792–801.
258. Chaiyakunapruk N, Veenstra DL, Lipsky BA, Sullivan SD, Saint S. Vascular catheter site care: the clinical and economic benefits of chlorhexidine gluconate compared with povidone iodine. Clin Infect Dis 2003; 37:764–71.

259. Parienti JJ, du Cheyron D, Ramakers M, et al. Alcoholic povidone-iodine to prevent central venous catheter colonization: a randomized unit-crossover study. Crit Care Med 2004; 32:708–13.
260. Hoffmann KK, Weber DJ, Samsa GP, Rutala WA. Transparent polyurethane film as an intravenous catheter dressing. A meta-analysis of the infection risks. JAMA 1992; 267:2072–6.
261. Gillies D, O'Riordan E, Carr D, O'Brien I, Frost J, Gunning R. Central venous catheter dressings: a systematic review. J Adv Nurs 2003; 44:623–32.
262. 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; 88:267–72.
263. 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; 281:261–7.
264. 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; 127:257–66.
265. Bassetti S, Hu J, D'Agostino RB Jr., and Sherertz RJ. Prolonged antimicrobial activity of a catheter containing chlorhexidine-silver sulfadiazine extends protection against catheter infections in vivo. Antimicrob Agents Chemother 2001; 45:1535–8.
266. Oda T, Hamasaki J, Kanda N, Mikami K. Anaphylactic shock induced by an antiseptic-coated central venous [correction of nervous] catheter. Anesthesiology 1997; 87:1242–4.
267. Pittaway A, Ford S. Allergy to chlorhexidine-coated central venous catheters revisited. Br J Anaesth 2002; 88:304–5; author reply 305.
268. Stephens R, Mythen M, Kallis P, Davies DW, Egner W, Rickards A. Two episodes of life-threatening anaphylaxis in the same patient to a chlorhexidine-sulphadiazine-coated central venous catheter. Br J Anaesth 2001; 87:306–8.
269. Terazawa E, Shimonaka H, Nagase K, Masue T, Dohi S. Severe anaphylactic reaction due to a chlorhexidine-impregnated central venous catheter. Anesthesiology 1998; 89:1296–8.
270. Jee R, Nel L, Gnanakumaran G, Williams A, Eren E. Four cases of anaphylaxis to chlorhexidine impregnated central venous catheters: a case cluster or the tip of the iceberg? Br J Anaesth 2009; 103:614–5.
271. Veenstra DL, Saint S, Sullivan SD. Cost-effectiveness of antiseptic-impregnated central venous catheters for the prevention of catheter-related bloodstream infection. JAMA 1999; 282:554–60.
272. Tambe SM, Sampath L, Modak SM. In vitro evaluation of the risk of developing bacterial resistance to antiseptics and antibiotics used in medical devices. J Antimicrob Chemother 2001; 47:589–98.
273. Sampath LA, Tambe SM, Modak SM. In vitro and in vivo efficacy of catheters impregnated with antiseptics or antibiotics: evaluation of the risk of bacterial resistance to the antimicrobials in the catheters. Infect Control Hosp Epidemiol 2001; 22:640–6.
274. Marciante KD, Veenstra DL, Lipsky BA, Saint S. Which antimicrobial impregnated central venous catheter should we use? Modeling the costs and outcomes of antimicrobial catheter use. Am J Infect Control 2003; 31:1–8.
275. Shorr AF, Humphreys CW, Helman DL. New choices for central venous catheters: potential financial implications. Chest 2003; 124:275–84.

276. Hagau N, Studnicska D, Gavrus RL, Csipak G, Hagau R, Slavcovici AV. Central venous catheter colonization and catheter-related bloodstream infections in critically ill patients: a comparison between standard and silver-integrated catheters. Eur J Anaesthesiol 2009; 26:752–8.
277. Bong JJ, Kite P, Wilco MH, McMahon MJ. Prevention of catheter related bloodstream infection by silver iontophoretic central venous catheters: a randomisedcontrolledtrial.J Clin Pathol 2003; 56:731–5.
278. Corral L, Nolla-Salas M, Ibanez-Nolla J, et al. A prospective, randomized study in critically ill patients using the Oligon Vantex catheter. J Hosp Infect 2003; 55:212–9.
279. Ranucci M, Isgro G, Giomarelli PP, et al. Impact of oligon central venous catheters on catheter colonization and catheter-related bloodstream infection. Crit Care Med 2003; 31:52–9.
280. Raad II, Hachem RY, Abi-Said D, et al. A prospective crossover randomized trial of novobiocin and rifampin prophylaxis for the prevention of intravascular catheter infections in cancer patients treated with interleukin-2. Cancer 1998; 82:403–11.
281. 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; 6:419–25.
282. 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; 52:877–9.
283. Inglis GDT, Jardine LA, Davies MW. Prophylactic antibiotics to reduce morbidity and mortality in neonates with umbilical artery catheters. Cochrane Database of Systematic Reviews 2007; Issue 4. Art. No.: CD004697. DOI: 10.1002/14651858.CD004697.pub3.
284. Craft AP, Finer N, Barrington KJ. Vancomycin for prophylaxis against sepsis in preterm neonates. Cochrane Database of Systematic Reviews 2000; Issue 1. Art. No.: CD001971. DOI: 10.1002/14651858. CD001971.
285. NordenCW.Applicationofantibioticointmenttothesiteofvenouscatheterization–acontrolled trial. J Infect Dis 1969; 120:611–5.
286. Zinner SH, Denny-Brown BC, Braun P, Burke JP, Toala P, Kass EH. Risk of infection with intravenous indwelling catheters: effect of application of antibiotic ointment. J Infect Dis 1969; 120:616–9.
287. von Eiff C, Becker K, Machka K, Stammer H, Peters G. Nasal carriage as a source of *Staphylococcus aureus* bacteremia. N Engl J Med 2001; 344:11–6.
288. Chow JW, Yu VL. *Staphylococcus aureus* nasal carriage in hemodialysis patients. Its role in infection and approaches to prophylaxis. Arch Intern Med 1989; 149:1258–62.
289. Yu VL, Goetz A, Wagener M, et al. *Staphylococcus aureus* nasal carriage and infection in patients on hemodialysis. Efficacy of antibiotic prophylaxis. N Engl J Med 1986; 315:91–6.
290. Casewell MW. The nose: an underestimated source of *Staphylococcus aureus* causing wound infection. J Hosp Infect 1998; 40:S3–11.
291. Hill RL, Fisher AP, Ware RJ, Wilson S, Casewell MW. Mupirocin for the reduction of colonization of internal jugular cannulae–a randomized controlled trial. J Hosp Infect 1990; 15:311–21.
292. Sesso R, Barbosa D, Leme IL, et al. *Staphylococcus aureus* prophylaxis in hemodialysis patients using central venous catheter: effect of mupirocin ointment. J Am Soc Nephrol 1998; 9:1085–92.

293. Boelaert JR, Van Landuyt HW, Godard CA, et al. Nasal mupirocin ointment decreases the incidence of *Staphylococcus aureus* bacteraemias in haemodialysis patients. Nephrol Dial Transplant 1993; 8:235–9.
294. Netto dos Santos KR, de Souza Fonseca L, Gontijo Filho PP. Emergence of high-level mupirocin resistance in methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* isolated from Brazilian university hospitals. Infect Control Hosp Epidemiol 1996; 17:813–6.
295. Miller MA, Dascal A, Portnoy J, Mendelson J. Development of mupirocin resistance among methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* after widespread use of nasal mupirocin ointment. Infect Control Hosp Epidemiol 1996; 17:811–3.
296. Lok CE, Stanley KE, Hux JE, Richardson R, Tobe SW, Conly J. Hemodialysis infection prevention with polysporin ointment. J Am Soc Nephrol 2003; 14:169–79.
297. 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; 47:83–93.
298. Labriola L, Crott R, Jadoul M. Preventing haemodialysis catheter-related bacteraemia with an antimicrobial lock solution: a metaanalysis of prospective randomized trials. Nephrol Dial Transplant 2008; 23:1666–72.
299. Jaffer Y, Selby NM, Taal MW, Fluck RJ, McIntyre CW. A meta-analysis of hemodialysis catheter locking solutions in the prevention of catheter-related infection. Am J Kidney Dis 2008; 51:233–41.
300. 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; 43:474–84.
301. Sanders J, Pithie A, Ganly P, et al. A prospective double-blind randomized trial comparing intraluminal ethanol with heparinized saline for the prevention of catheter-associated bloodstream infection in immunosuppressed haematology patients. J Antimicrob Chemother 2008; 62:809–15.
302. Schinabeck MK, Ghannoum MA. Biofilm-related indwelling medical device infections. In: Pace JL, Rupp ME, Finch RG, eds. Biofilms, infection, and antimicrobial therapy. Boca Raton: Taylor and Francis,

4. 2006: 39–50.

303. Gristina AG. Biomaterial-centered infection: microbial adhesion versus tissue integration. Science 1987; 237:1588–95.
304. Timsit JF, Farkas JC, Boyer JM, et al. Central vein catheter-related thrombosis in intensive care patients: incidence, risks factors, and relationship with catheter-related sepsis. Chest 1998; 114:207–13.
305. Eastman ME, Khorsand M, Maki DG, et al. Central venous device-related infection and thrombosis in patients treated with moderate dose continuous-infusion interleukin-2. Cancer 2001; 91:806–14.
306. Abdelkefi A, Torjman L, Ladeb S, et al. Randomized trial of prevention of catheter-related bloodstream infection by continuous infusion of low-dose unfractionated heparin in patients with hematologic and oncologic disease. J Clin Oncol 2005; 23:7864–70.
307. Mermel LA, Stolz SM, Maki DG. Surface antimicrobial activity of heparin-bonded and antiseptic-impregnated vascular catheters. J Infect Dis 1993; 167:920–4.

308. Pierce CM, Wade A, Mok Q. Heparin-bonded central venous lines reduce thrombotic and infective complications in critically ill children. Intensive Care Med 2000; 26:967–72.
309. Appelgren P, Ransjo U, Bindslev L, Espersen F, Larm O. Surface heparinization of central venous catheters reduces microbial colonization in vitro and in vivo: results from a prospective, randomized trial. Crit Care Med 1996; 24:1482–9.
310. Abdelkefi A, Achour W, Ben Othman T, et al. Use of heparin-coated central venous lines to prevent catheter-related bloodstream infection. J Support Oncol 2007; 5:273–8.
311. Carrasco MN, Bueno A, de las Cuevas C, et al. Evaluation of a triple-lumen central venous heparin-coated catheter versus a catheter coated with chlorhexidine and silver sulfadiazine in critically ill patients. Intensive Care Med 2004; 30:633–8.
312. Levy JH, Hursting MJ. Heparin-induced thrombocytopenia, a prothrombotic disease. Hematol Oncol Clin North Am 2007; 21:65–88.
313. Weijmer MC, Debets-Ossenkopp YJ, Van De Vondervoort FJ, ter Wee PM. Superior antimicrobial activity of trisodium citrate over heparin for catheter locking. Nephrol Dial Transplant 2002; 17:2189–95.
314. Boraks P, Seale J, Price J, et al. Prevention of central venous catheter associated thrombosis using minidose warfarin in patients with haematological malignancies. Br J Haematol 1998; 101:483–6.
315. Bern MM, Lokich JJ, Wallach SR, et al. Very low doses of warfarin can prevent thrombosis in central venous catheters. A randomized prospective trial. Ann Intern Med 1990; 112:423–8.
316. Akl EA, Karmath G, Yosuico VED, Kim SY, Barba M, Sperati F, Cook D, Schu¨nemann H. Anticoagulation for thrombosis prophylaxis in cancer patients with central venous catheters. Cochrane Database of Systematic Reviews 2007; Issue 3. Art. No.: CD006468. DOI: 10.1002/ 14651858.CD006468.pub2.
317. Akl EA, Muti P, Schunemann HJ. Anticoagulation in patients with cancer: an overview of reviews. Pol Arch Med Wewn 2008; 118:183–93.
318. Klerk CP, Smorenburg SM, Buller HR. Thrombosis prophylaxis in patient populations with a central venous catheter: a systematic review. Arch Intern Med 2003; 163:1913–21.
319. Heaton DC, Han DY, Inder A. Minidose (1 mg) warfarin as prophylaxis for central vein catheter thrombosis. Intern Med J 2002; 32:84–8.
320. Masci G, Magagnoli M, Zucali PA, et al. Minidose warfarin prophylaxis for catheter-associated thrombosis in cancer patients: can it be safely associated with fluorouracil-based chemotherapy? J Clin Oncol 2003; 21:736–9.
321. Kuter DJ. Thrombotic complications of central venous catheters in cancer patients. Oncologist 2004; 9:207–16.
322. Fontaine PJ. Performance of a new softening expanding midline catheter in home intravenous therapy patients. J Intraven Nurs 1991; 14:91–9.
323. Harwood IR, Greene LM, Kozakowski-Koch JA, Rasor JS. New peripherally inserted midline catheter: a better alternative for intravenous antibiotic therapy in patients with cystic fibrosis. Pediatr Pulmonol 1992; 12:233–9.
324. Mermel LA, Parenteau S, Tow SM. The risk of midline catheterization in hospitalized patients. A prospective study. Ann Intern Med 1995; 123:841–4.
325. Uldall PR, Merchant N, Woods F, Yarworski U, Vas S. Changing subclavian haemodialysis cannulas to reduce infection. Lancet 1981; 1:1373.
326. Cook D, Randolph A, Kernerman P, et al. Central venous catheter replacement strategies: a systematic review of the literature. Crit Care Med 1997; 25:1417–24.

327. 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; 327:1062–8.
328. Beathard GA. Management of bacteremia associated with tunneled-cuffed hemodialysis catheters. J Am Soc Nephrol 1999; 10:1045–9.
329. Duszak R Jr., Haskal ZJ, Thomas-Hawkins C, et al. Replacement of failing tunneled hemodialysis catheters through pre-existing subcutaneous tunnels: a comparison of catheter function and infection rates for de novo placements and over-the-wire exchanges. J Vasc Interv Radiol 1998; 9:321–7.
330. Robinson D, Suhocki P, Schwab SJ. Treatment of infected tunneled venous access hemodialysis catheters with guidewire exchange. Kidney Int 1998; 53:1792–4.
331. Saad TF. Bacteremia associated with tunneled, cuffed hemodialysis catheters. Am J Kidney Dis 1999; 34:1114–24.
332. Ainsworth S, Clerihew L, McGuire W. Percutaneous central venous catheters versus peripheral cannulae for delivery of parenteral nutrition in neonates. Cochrane Database of Systematic Reviews 2007; Issue 3. Art. No.: CD004219. DOI: 10.1002/14651858. CD004219. pub3.
333. Shah PS, Kalyn A, Satodia P, et al. A randomized, controlled trial of heparin versus placebo infusion to prolong the usability of peripherally placed percutaneous central venous catheters (PCVCs) in neonates: the HIP (Heparin Infusion for PCVC) study. Pediatrics 2007; 119:e284–91.
334. Jaar BG, Hermann JA, Furth SL, Briggs W, Powe NR. Septicemia in diabetic hemodialysis patients: comparison of incidence, risk factors, and mortality with nondiabetic hemodialysis patients. Am J Kidney Dis 2000; 35:282–92.
335. Powe NR, Jaar B, Furth SL, Hermann J, Briggs W. Septicemia in dialysis patients: incidence, risk factors, and prognosis. Kidney Int 1999; 55:1081–90.
336. Hoen B, Paul-Dauphin A, Hestin D, Kessler M. EPIBACDIAL: a multicenter prospective study of risk factors for bacteremia in chronic hemodialysis patients. J Am Soc Nephrol 1998; 9:869–76.
337. Blot F, Chachaty E, Raynard B, Antoun S, Bourgain JL, Nitenberg G. Mechanisms and risk factors for infection of pulmonary artery catheters and introducer sheaths in cancer patients admitted to an intensive care unit. J Hosp Infect 2001; 48:289–97.
338. Kac G, Durain E, Amrein C, Herisson E, Fiemeyer A, Buu-Hoi A. Colonization and infection of pulmonary artery catheter in cardiac surgery patients: epidemiology and multivariate analysis of risk factors. Crit Care Med 2001; 29:971–5.
339. Chen YY, Yen DH, Yang YG, Liu CY, Wang FD, Chou P. Comparison between replacement at 4 days and 7 days of the infection rate for pulmonary artery catheters in an intensive care unit. Crit Care Med 2003; 31:1353–8.
340. Balagtas RC, Bell CE, Edwards LD, Levin S. Risk of local and systemic infections associated with umbilical vein catheterization: a prospective study in 86 newborn patients. Pediatrics 1971; 48:359–67.
341. Butler-O'Hara M, Buzzard CJ, Reubens L, McDermott MP, DiGrazio W, D'Angio CT. A randomized trial comparing long-term and short-term use of umbilical venous catheters in premature infants with birth weights of less than 1251 grams. Pediatrics 2006; 118:e25–35.
342. Scheer B, Perel A, Pfeiffer UJ. Clinical review: complications and risk factors of peripheral arterial catheters used for haemodynamic monitoring in anaesthesia and intensive care medicine. Crit Care 2002; 6:199–204.

343. Lorente L, Santacreu R, Martin MM, Jimenez A, Mora ML. Arterial catheter-related infection of 2,949 catheters. Crit Care 2006; 10:R83.
344. Furfaro S, Gauthier M, Lacroix J, Nadeau D, Lafleur L, Mathews S. Arterial catheter-related infections in children. A 1-year cohort analysis. Am J Dis Child 1991; 145:1037–43.
345. Rickard CM, Lipman J, Courtney M, Siversen R, Daley P. Routine changing of intravenous administration sets does not reduce colonization or infection in central venous catheters. Infect Control Hosp Epidemiol 2004; 25:650–5.
346. Hanna HA, Raad I. Blood products: a significant risk factor for long-term catheter-related bloodstream infections in cancer patients. Infect Control Hosp Epidemiol 2001; 22:165–6.
347. Saiman L, Ludington E, Dawson JD, et al. Risk factors for *Candida* species colonization of neonatal intensive care unit patients. Pediatr Infect Dis J 2001; 20:1119–24.
348. Avila-Figueroa C, Goldmann DA, Richardson DK, Gray JE, Ferrari A, Freeman J. Intravenous lipid emulsions are the major determinant of coagulase-negative staphylococcal bacteremia in very low birth weight newborns. Pediatr Infect Dis J 1998; 17:10–7.
349. Crocker KS, Noga R, Filibeck DJ, Krey SH, Markovic M, Steffee WP. Microbial growth comparisons of five commercial parenteral lipid emulsions. J Parenter Enteral Nutr 1984; 8:391–5.
350. Jarvis WR, Highsmith AK. Bacterial growth and endotoxin production in lipid emulsion. J Clin Microbiol 1984; 19:17–20.
351. Karamanoglu A, Yumuk PF, Gumus M, et al. Port needles: do they need to be removed as frequently in infusional chemotherapy? J Infus Nurs 2003; 26:239–42.
352. Niel-Weise BS, Daha TJ, van den Broek PJ. Is there evidence for recommending needleless closed catheter access systems in guidelines? A systematic review of randomized controlled trials. J Hosp Infect 2006; 62:406–13.
353. Inoue Y, Nezu R, Matsuda H, et al. Prevention of catheter-related sepsis during parenteral nutrition: effect of a new connection device. J Parenter Enteral Nutr 1992; 16:581–5.
354. Yebenes JC, Vidaur L, Serra-Prat M, et al. Prevention of catheter-related bloodstream infection in critically ill patients using a disinfectable, needle-free connector: a randomized controlled trial. Am J Infect Control 2004; 32:291–5.
355. Casey AL, Worthington T, Lambert PA, Quinn D, Faroqui MH, Elliott TS. A randomized, prospective clinical trial to assess the potential infection risk associated with the PosiFlow needleless connector. J Hosp Infect 2003; 54:288–93.
356. 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; 67:30–4.
357. Yebenes JC, Delgado M, Sauca G, et al. Efficacy of three different valve systems of needle-free closed connectors in avoiding access of microorganisms to endovascular catheters after incorrect handling. Crit Care Med 2008; 36:2558–61.
358. 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:(Suppl 174):e1–5.
359. 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; 49:1821–7.
360. Menyhay SZ, Maki DG. Disinfection of needleless catheter connectors and access ports with alcohol may not prevent microbial entry: the promise of a novel antiseptic-barrier cap. Infect Control Hosp Epidemiol 2006; 27:23–7.
361. Safdar N, Maki DG. Lost in translation. Infect Control Hosp Epidemiol 2006; 27:3–7.

362. 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; 27:8–13.
363. O'Grady NP, Alexander M, Dellinger EP, et al. Guidelines for the prevention of intravascular catheter-related infections. Centers for Disease Control and Prevention. MMWR Recomm Rep 2002;51:1–29.
364. Krein SL, Hofer TP, Kowalski CP, et al. Use of central venous catheter-related bloodstream infection prevention practices by US hospitals. Mayo Clin Proc 2007; 82:672–8.
365. Lobo RD, Levin AS, Gomes LM, et al. Impact of an educational program and policy changes on decreasing catheter-associated bloodstream infections in a medical intensive care unit in Brazil. Am J Infect Control 2005; 33:83–7.
366. 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; 28:905–9.
367. Rosenthal VD, McCormick RD, Guzman S, Villamayor C, Orellano PW. Effect of education and performance feedback on handwashing: the benefit of administrative support in Argentinean hospitals. Am J Infect Control 2003; 31:85–92.
368. Gastmeier P, Geffers C. Prevention of catheter-related bloodstream infections: analysis of studies published between 2002 and 2005. J Hosp Infect 2006; 64:326–35.
369. 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.
370. Shapey IM, Foster MA, Whitehouse T, Jumaa P, Bion JF. Central venous catheter-related bloodstream infections: improving post-insertion catheter care. J Hosp Infect 2009; 71:117–22.

Tegaderm™ CHG

Rewolucja
w opiece nad miejscem wkłucia
Zaufanie oparte na dowodach

Ciągła aktywność bakteriobójcza
Redukcja kolonizacji bakteryjnej skóry
Obniżenie ryzyka zakażeń odcewnikowych

Informacji udziela:
3M Poland Sp. z o.o., Al. Katowicka 117, 05-830 Nadarzyn,
Tel. (0-22) 739 60 00, Fax (0-22) 739 60 01, www.3m.pl/kontakt

3M, Tegaderm są znakami towarowymi firmy 3M. © 3M 2011 r. Wszystkie prawa zastrzeżone.