


血管内留置カテーテルに 関連する感染予防の CDCガイドライン



Guidelines for the Prevention of
Intravascular Catheter-Related Infections
(CDC)

2002年10月29日 日本シャーウッドホームページにて公開

監訳にあたり

血管内留置カテーテルに関する CDC ガイドラインの改訂版が、2002 年 8 月 9 日付けの米国公衆衛生週報(MMWR)に掲載されました*。前回の改訂(1996 年)から 6 年経過したことになります。この間全世界で科学的根拠に基づく数々の感染管理の情報が集積されており、本改訂において多くの項目が盛り込まれています。一方で未解決の課題もあり、これら積み残された課題に関して今後の研究成果の報告が持たれます。

今回の改訂で刺入部の皮膚消毒に 2%クロルヘキシジンが推奨されています。現在のわが国の消毒薬の使用状況を鑑みて、患者にとって不利益とならないようにわが国独自の科学的根拠を検討する必要があります。血管内留置カテーテルに関する CDC ガイドラインを初めて通読される医療従事者の方には、項目が多岐にわたり理解に苦慮する場合もあるかと思いますが、基本的な標準予防策の徹底はもちろんのこと、中心静脈カテーテル挿入にあたり遵守すべき高度無菌遮断予防策(高度無菌バリアプレコーション)の徹底をはかることからまず取り組んで戴きたいと思えます。

本ガイドラインを通読することで、血管内留置カテーテルの感染管理面における医療の質を守るにはトータルバランスの重要性が再認識されると思えます。日米間で医療保険制度や厚生行政のあり方に根本的な違いがあり、本ガイドラインを全て適応するのではなく、各記載内容を施設毎に慎重に検討しそれぞれの施設に最善の感染管理を運用するためのツールとなることを期待します。

原文に可能な限り忠実に監訳することに努めましたが、疑問を感じる点は英語の原文もご覧頂きながらご指摘を仰ぎたいと思えます。また、一部用語については理解を助けるために欄外に監訳者注釈を併記しましたのでご参考戴ければ幸いです。

横浜市立大学医学部附属病院臨床検査部講師 満田年宏

[*MMWR,2002 年 8 月 9 日号: Vol. 51/No. RR-10, 2002 年 8 月 16 日号: Vol. 51/No. 32

/http://www.cdc.gov/mmwr/PDF/RR/RR5110.pdf, http://www.cdc.gov/mmwr/PDF/wk/mm5132.pdf]

本ガイドラインで使用されるおもな略号

略号	和名	略号	和名
AAP	米国小児科学会	INS	輸液看護師協会
APIC	感染管理疫学専門家協会	IV	静脈注射
ASCCA	米国クリティカルケア麻酔専門医学会	JCAHO	米国病院認定合同委員会
BSI	血流感染	NNIS	全米病院感染サーベイランスシステム
CDC	米国疫病管理予防センター	ONS	腫瘍看護協会
CI	信頼区間	OSHA	米国職業安全衛生管理局
CRBSI	血管内カテーテル関連血流感染	PICC	末梢挿入型中心静脈カテーテル
CVC	中心静脈カテーテル	RR	相対リスク
EDTA	エチレンジアミン四酢酸	SCCM	クリティカルケア医学会
ESBL	基質拡張型 β -ラクタマーゼ(産生菌)	SCVIR	心臓血管治療的放射線学会
FDA	米国食品医薬品衛生局	SHEA	米国医療疫学学会
HICPAC	医療感染管理諮問委員会	SIS	外科感染症学会
ICU	集中治療室	TPN	完全静脈栄養
IDSA	米国感染症学会	VRE	バンコマイシン耐性腸球菌

Prepared by

Naomi P. O'Grady, M.D.¹

Mary Alexander²

E. Patchen Dellinger, M.D.³

Julie L. Gerberding, M.D., M.P.H.⁴

Stephen O. Heard, M.D.⁵

Dennis G. Maki, M.D.⁶

Henry Masur, M.D.⁷

Rita D. McCormick, M.D.⁷

Leonard A. Mermel, D.O.⁸

Michele L. Pearson, M.D.⁹

Issam I. Raad, M.D.¹⁰

Adrienne Randolph, M.D., M.Sc.¹¹

Robert A. Weinstein, M.D.¹²

¹*National Institutes of Health, Bethesda, Maryland*

²*Infection Nurses Society, Cambridge, Massachusetts*

³*University of Washington, Seattle, Washington*

⁴*Office of the Director, CDC, Atlanta, Georgia*

⁵*University of Massachusetts Medical School, Worcester, Massachusetts*

⁶*University of Wisconsin Medical School, Madison, Wisconsin*

⁷*University of Wisconsin Hospital and Clinics, Madison, Wisconsin*

⁸*Rhode Island Hospital and Brown University School of Medicine, Providence, Rhode Island*

⁹*Division of Healthcare Quality Promotion, National Center for Infectious Diseases, CDC, Atlanta, Georgia*

¹⁰*MD Anderson Cancer Center, Houston, Texas*

¹¹*The Children's Hospital, Boston, Massachusetts*

¹²*Cook County Hospital and Rush Medical College, Chicago, Illinois*

目次：

概要	6
はじめに	6
成人および小児患者における血管内カテーテル関連感染：概要	7
背景	7
用語とリスク評価	8
疫学と微生物学	10
病因論	13
成人および小児患者のカテーテル関連感染予防対策	13
品質の保証と教育の継続	13
カテーテル挿入部位の条件	14
カテーテルの材質	15
手の衛生、無菌操作	15
皮膚の消毒	15
カテーテル留置部位のドレッシング法	16
カテーテル固定器具	16
インラインフィルター	17
抗微生物薬／抗菌物質含浸のカテーテルとカフ	17
クロルヘキシジン／スルファジアジン銀	17
ミノサイクリン／リファンピン	18
白金／銀	18
銀製のカフ	19
抗微生物薬による全身的な予防	19
抗微生物薬／消毒薬の軟膏	19
抗生物質ロックによる予防法	20
抗凝固剤	20
カテーテルの交換	21
末梢静脈カテーテル	21
中間カテーテル	21
CVC(PICC、血液透析カテーテルを含む)	21
血液透析カテーテル	22
肺動脈カテーテル	22
末梢動脈カテーテル	23
点滴セットの交換	23
ニードルレス血管内カテーテルシステム	24
多用量静脈内投与薬剤バイアル	24

小児患者における血管内カテーテル関連感染についての特別考慮事項……………24

疫学……………24
微生物学……………25
末梢静脈カテーテル……………25
末梢動脈カテーテル……………25
臍カテーテル……………25
CVC……………26
カテーテル留置箇所のケア……………26
成績の指標……………26

成人および小児における血管内カテーテルの留置に関する勧告……………26

I. 医療従事者の教育とトレーニング……………27
II. サーベイランス……………27
III. 手の衛生……………27
IV. カテーテルの挿入、ケア時における無菌操作法……………28
V. カテーテルの挿入……………28
VI. カテーテル留置箇所のケア……………28
VII. カテーテル留置部位のドレッシングによる管理……………28
VIII. 血管内カテーテルの選択と交換……………29
IX. 点滴セット、ニードルレスシステムおよび経静脈的投与輸液製剤の交換……………30
X. IV注入ポート……………31
X I. IV混合剤の調整と品質管理……………31
X II. インラインフィルター……………31
X III. IV治療に携わる医療従事者……………31
X IV. 予防的な抗菌薬の投与……………31

成人患者と小児患者における末梢静脈カテーテル（中間カテーテルを含む）……………32

I. 末梢カテーテルの選択……………32
II. 末梢カテーテルの挿入部位の選択……………32
III. カテーテルとカテーテル留置部位のケア……………32

成人患者と小児患者における中心静脈カテーテル（PICC、血液透析カテーテル、肺動脈カテーテルを含む）……………33

I. サーベイランス……………33
II. 一般事項……………33
III. カテーテル挿入部位の選択……………34
IV. カテーテル挿入の高度無菌バリアプレコーション……………34
V. カテーテルの交換……………34
VI. カテーテルとカテーテル留置部位のケア……………35

成人患者と小児患者における末梢動脈カテーテルと血圧モニタ器具に関する追加勧告	35
Ⅰ．血圧モニタシステムの選択	35
Ⅱ．カテーテルおよび血圧モニタシステムの交換	36
Ⅲ．血圧モニタリングシステムのケア	36
臍カテーテルに関する勧告	36
Ⅰ．カテーテルの交換	36
Ⅱ．カテーテル部位のケア	37
別表 A	38
カテーテル関連感染の臨床定義の例	38
カテーテルの局所的な菌の定着	38
出口部分の感染	38
臨床的な出口部分の感染（トンネル感染）	38
ポケット感染	38
注入液関連 BSI	38
カテーテル関連 BSI	38
一次 BSI の調査定義　－米国病院感染調査組織－	39
検査で確認された BSI	39
臨床的敗血症	39
カテーテル関連 BSI	40
動脈感染と静脈感染	40
別表 B	41

血管内留置カテーテルに関連する感染予防のガイドライン

Guidelines for the Prevention of Intravascular

Catheter-Related Infections

概要

本ガイドラインは、カテーテルの挿入を行なう医師ならびに病院感染・外来患者の感染・在宅医療での感染の調査と管理を行なう者を対象に作成されたものである。本報告は、クリティカルケア、感染症、医療感染管理、外科、麻酔科、治療的放射線科、肺医療、小児医療、看護等の専門家組織のメンバーで構成するワーキンググループが作成したものである。同ワーキンググループではクリティカルケア医学会（SCCM）が中心となり、米国感染症学会（IDSA）、米国医療疫学学会（SHEA）、外科感染症学会（SIS）、米国胸部専門医学会（ACCP）、米国胸部学会（ATS）、米国クリティカルケア麻酔専門医学会（ASCCA）、感染管理疫学専門家協会（APIC）、輸液看護師協会（INS）、腫瘍看護協会（ONS）、心臓血管治療的放射線学会（SCVIR）、米国小児科学会（AAP）、および米国疾病管理予防センター（CDC）の医療感染管理諮問委員会（HICPAC）が協力し、1996年に公開された「血管内留置器具に関連する感染の予防ガイドライン（Guideline for Prevention of Intravascular Device-Related Infections）」に代わるものとして作成された。本ガイドラインの目的はカテーテルに関連した感染予防について科学的根拠に基づく勧告を行なうことであり、さらに（1）カテーテルの挿入と維持管理を行なう医療従事者の教育とトレーニング、（2）中心静脈カテーテル挿入時の高度無菌遮断予防策の適用、（3）皮膚消毒における2%クロルヘキシジンの適用、（4）感染予防の観点から中心静脈カテーテルの定期交換は行なわないこと、（5）上記項目（教育およびトレーニング、高度無菌遮断予防策、2%クロルヘキシジンによる皮膚消毒等）を実施したにもかかわらず感染率が高い場合の抗菌物質／抗微生物薬含浸タイプの、短期的な中心静脈カテーテルの導入に重点をおいている。また、本ガイドラインでは、各医療機関で上記の科学的根拠に基づく勧告を実行するための指標についても明記した。

◆はじめに

本報告書では、医療関係者に対して血管内カテーテル関連血流感染（CRBSI）の発生を軽減するための情報と具体的な勧告について記載する。本ガイドラインは、1996年に公開された「血管内留置器具に関する感染の予防ガイドライン（Guideline for Prevention of Intravascular Device-Related Infections）」に代わるものである（1）。

この「血管内留置カテーテルに関する感染予防のガイドライン」は、カテーテルの挿入を行なう医師ならびに病院感染、外来患者の感染、在宅医療での感染の調査と管理を行なう者を対象に、クリティカルケア、感染症、医療感染管理、外科、麻酔科、治療的放射線科、呼吸器科、小児医療、看護等の専門家組織のメンバーで構成するワーキンググループが作成したものである。同

ワーキンググループではクリティカルケア医学会（SCCM）が中心となり、米国感染症学会（IDSA）、米国ヘルスケア疫学学会（SHEA）、外科感染症学会（SIS）、米国胸部専門医学会（ACCP）、米国胸部学会（ATS）、米国クリティカルケア麻酔専門医学会（ASCCA）、感染管理疫学専門家協会（APIC）、輸液看護師協会（INS）、腫瘍看護協会（ONS）、心臓血管治療的放射線学会（SCVIR）、米國小児科学会（AAP）、米国疾病管理予防センター（CDC）の医療感染管理諮問委員会（HICPAC）が協力した。本報告に示す勧告は、HICPACならびに他の専門家組織の総意を反映するものである。

◆成人および小児患者における血管内カテーテル関連感染：概要

背景

近代医療、なかでも集中治療室（ICU）において血管内カテーテルは不可欠な存在である。血管内カテーテルは血管へのアクセスを提供するものであるが、一方では患者の局所的な感染と、CRBSI（血管内カテーテル関連血流感染）、敗血症・血栓静脈炎、心内膜炎、他の転移性感染（肺膿瘍、脳膿瘍、骨髄炎、眼内炎等）をはじめとする局部的あるいは全身的な感染合併症の危険性もある。

医療機関では、毎年、大量の血管内カテーテルを購入している。カテーテルのタイプ、カテーテル操作の頻度、患者に関係する要因（基礎疾患、疾患の重症度等）により CRBSI の発生は様々である。血管へのアクセスとしては、末梢静脈カテーテルが最もよく利用されている。末梢静脈カテーテルに関連する、局所的な感染あるいは血流感染（BSI）の発生率は低いが、使用頻度そのものが非常に高いために、重大な感染合併症の発生件数は毎年かなりの数に達している。しかし、カテーテルに関連した重大な感染の大部分は中心静脈カテーテル（CVC）、なかでも ICU で留置される CVC に起因している。ICU 環境における感染発生率は、緊急性の低い入院患者や外来患者の場合よりも高いケースが珍しくない。ICU では、相当長い期間にわたり中心静脈へのアクセスが必要になる可能性や院内で獲得した細菌が患者に定着する可能性、および輸液製剤、薬剤、血液製剤等を投与するために一日に何度もカテーテルの操作が行なわれる可能性がある。さらに、緊急的な状況では複数のカテーテルが挿入され、無菌操作が徹底されていない場合もある。カテーテルの中には、血行動態測定や検査サンプルの採取等のために日に何度もアクセスされるものもあり（肺動脈カテーテル、末梢動脈カテーテル等）、このようなケースでは、汚染の可能性やその結果生じる感染の可能性が高くなっている。

CVC が原因となって感染や感染合併症による死亡を引き起こす可能性については、既にいくつかの研究で推定が行なわれている（2）。アメリカでは、ICU における年間の CVC の使用は 1,500 万日（任意期間中の任意患者数全数における CVC 挿入の延べ日数）に達している（2）。ICU での CVC 関連 BSI の平均発生率が 1,000 カテーテル挿入日あたり 5.3 件と仮定すれば（3）、アメリカ国内の ICU では、年間約 80,000 件もの CVC 関連 BSI が発生していることになる。これら CVC 関連 BSI による死亡率は、病気の重症度により比較した研究（4～6）では変化を見なかったとするものから、重症度による比較を行なわなかった前向き研究（7、8）における 35% 上昇までの範囲にわたっており、病気の重症度が死亡率に与える影響は依然として不明となっている。これらの BSI による 1 感染あ

たりのコストは 34,508～56,000 ドル (5, 9)、そして CVC 関連 BSI の患者の年間介護コストは 2 億 9,600 万ドルから 23 億ドル程度と予測されている (10)。

ICU に限定せず全ての病院を対象にした場合、CVC 関連 BSI の発生件数は年間 250,000 件に達すると見積もられている (11)。この場合、同 BSI による罹患率は 1 感染あたり 12～25%、医療制度が負担する 1 発症あたりの限界コストは 25,000 ドルと見積もられている (11)。

したがって、いくつかの分析から、CVC 関連 BSI のコストは、死亡率の面からも財政負担の面からも莫大なものとなる。患者の結果を改善し、医療コストを削減するためには、この種の感染の発生を減らすための対策を導入する必要がある。この試みは、血管内カテーテルの挿入と管理を行なう医療の専門家、資金の分配を行なう医療管理者、およびカテーテルを用いた治療において援助を行なうことができる患者が参加して総合的に取り組む必要がある。個々の対策に関しては既にいくつか研究が行なわれており、CRBSI 減少に効果的であることが明らかにされているが、複数の対策を用いた研究は今までのところ行なわれていない。そのため、CRBSI を減少させるために複数の対策を実施することで相加的な効果があるか否かという点は明らかになっていないが、複数の対策を調和的に利用することは論理的であると考えられる。

用語とリスク評価

医師や研究者によってカテーテルの呼び方が異なるため、様々なタイプのカテーテルを識別するために用いられている用語はわかりにくい。一般的に、カテーテルはそれが占有する血管（末梢静脈、中心静脈、動脈等）、本来の使用期間（一時的・短期、恒久的・長期等）、挿入部位（鎖骨下動脈、大腿部、内頸、末梢、末梢から挿入する中心静脈カテーテル[PICC]等）、皮膚から血管への経路（トンネル、非トンネル等）、物理的な長さ（ロング、ショート等）、あるいは特別な特長（カフの有無、ヘパリン含浸、抗微生物薬含浸、抗菌物質含浸、ルーメン数等）により区別することができる。特定タイプのカテーテルを正確に定義するためには、これらの全ての要素を説明しなければならない（表 1）。

カテーテルに関連する全ての感染率（局所的な感染と全身的な感染を含む）を明確にすることは難しい。CRBSI はカテーテルに関連する感染の中でも最も重大なものであるため、CRBSI は理想的なパラメーターとも言えるが、CRBSI をどのように定義するかによって感染率が左右されることになる。

表1 静脈および動脈へのアクセスに用いるカテーテル

カテーテルの種類	挿入部位	長さ	注釈
末梢静脈カテーテル (ショートタイプ)	通常、前腕または手の静脈に挿入	3 インチ*1 未満。血流感染の原因となるケースはまれ	長期使用時に静脈炎。ただし血流感染の原因となるケースはまれ
末梢動脈カテーテル	通常、橈骨動脈に挿入するが、大腿動脈、腋窩動脈、上腕動脈、後脛骨動脈にも挿入可	3 インチ未満。血流感染の原因となる	感染リスクは低い。血流感染の原因となるケースはまれ
中間カテーテル	前肘窩を經由して近位尺側皮静脈または近位橈側皮静脈に挿入。中心静脈には挿入しない。末梢カテーテル	3~8 インチ	ゴム状弾性ハイドロジェル素材のカテーテルで過敏症反応が報告されている。ショートタイプの末梢カテーテルよりも静脈炎の発生率は低い
非トンネル型中心静脈カテーテル	経皮的に中心静脈（鎖骨下静脈、内頸静脈、大腿静脈）に挿入	8cm 以上（患者の体格による）	大部分の CRBSI の原因
肺動脈カテーテル	テフロン®製のイントロデューサーを用いて中心静脈に挿入（鎖骨下静脈、内頸静脈、大腿静脈経由）	30cm 以上（患者の体格による）	通常、ヘパリンを結合してある。血流感染発生率は CVC と同レベル。感染リスク軽減には鎖骨下部分が望ましい
末梢から挿入する中心静脈カテーテル (PICC)	尺側皮静脈、橈側皮静脈または上腕静脈に挿入し、上大静脈に入る	20cm 以上（患者の体格による）	非トンネル型の CVC よりも感染率は低い
トンネル型中心静脈カテーテル	鎖骨下静脈、内頸静脈または大腿静脈へ埋め込む	8cm 以上（患者の体格による）	カフがカテーテル経路内への菌の移動を防止。非トンネル型の CVC より感染率は低い
完全埋込み型	皮膚の下にトンネルを形成して皮下ポートに注射針でアクセスする。鎖骨下静脈または内頸静脈へ埋め込む	8cm 以上（患者の体格による）	CRBSI のリスクは低い。患者の印象を向上する。カテーテル部位の局部ケアは不要。カテーテル抜去には外科処置が必要
臍カテーテル	臍静脈または臍動脈に挿入	6cm 以上（患者の体格による）	臍静脈に留置した場合と臍動脈に留置した場合の CRBSI のリスクは同程度

*1 監訳者注： 1 インチ=2.54cm

医療従事者は、調査における定義付けと臨床における定義付けの違いを認識する必要がある。すなわち、調査においては、カテーテル関連 BSI には CVC を使用した患者で発生した全ての BSI が含まれ、他の部分の感染は除外される（別表 A を参照）。したがってこの場合、全ての BSI がカテーテルに起因するものではないことから、CRBSI の発生件数は実際よりも過大に評価されることになる。菌血症の中には、記録されていない感染源に起因する二次的な BSI（術後の創部感染、腹腔内感染、病院に関連した肺炎や尿路感染等）が存在する。そのため、本来のサーベイランスの定義に則するためには真のカテーテル関連 BSI の定義付けが必要となる。さらに厳密な定義付けでは、患者の記録の慎重な調査により他の原因を除外した BSI と、カテーテル先端の培養で血流におけるものと全く同様の菌の定着が確認された BSI 以外の BSI は除外されることになる。このような臨床的な定義付けの問題がカテーテル関連 BSI では焦点となる。したがって、医療施設の感染率と公開データを正確に比較するためには、比較可能な範囲の定義付けを用いる必要がある。

米国疫病管理予防センター（CDC）ならびに米国病院認定合同委員会（JCAHO）では、1,000 CVC 日あたりのカテーテル関連 BSI 件数を用いて、カテーテル関連 BSI 件数を表すよう勧告している（12, 13）。この方法では、経時的に BSI を考慮しており、カテーテルの利用日数によりリスクを調整できることから、100 カテーテルあたりのカテーテル関連感染件数（または調査対象カテーテル数の百分率）によるものよりも有効である。

◆疫学と微生物学

米国疫病管理予防センター（CDC）の全米病院感染サーベイランスシステム（National Nosocomial Infection Surveillance System: NNIS）では、1970 年より米国内の 300 の病院を対象に、CVC 関連 BSI を含めた病院感染の発生と原因に関するデータを収集してきた。院内での BSI の大部分が CVC の利用と関係しており、CVC を使用していない患者と比べて、CVC を使用している患者では BSI の発生率が大幅に高くなっている。CVC 関連 BSI の発生率は、病院の規模、病院が提供する業務、科目、CVC のタイプ等によって大きく異なっている。NNIS の病院報告によると 1992 年から 2000 年までの ICU における CVC 関連 BSI の発生率は、1,000 CVC 日あたり 2.9 BSI（循環器・呼吸器関連 ICU）から 11.3 BSI（体重 1,000g 未満の新生児を対象とする新生児室）となっている（表 2）（14）。

成人患者を対象とした 223 件の前向き研究のメタ分析でもカテーテル関連 BSI の相対リスクの評価が行なわれている（11）。感染の相対リスクは、100 カテーテルあたりの BSI 件数、および 1,000 カテーテル挿入日あたりの BSI 件数に基づく感染率の分析で最もよく算定されている。個々の病院では、他の機関と比較した場合の自身の発生率を予測するために、これらの発生率と NNIS 由来のデータをベンチマークとして用いることができる。この発生率は、疾患の重症度、疾患のタイプ（3 度の熱傷、心臓手術後等）といった患者に関係するパラメーター、ならびにカテーテル留置時の状況（選択的、緊急等）やカテーテルのタイプ（トンネル型／非トンネル型、鎖骨下／頸静脈等）のようなカテーテルに関係するパラメーターによって影響を受ける。

院内 BSI の最大の原因となる菌のタイプは時とともに変化する。1986 年から 1989 年にかけては、

コアグラールゼ陰性のブドウ球菌（27%）と黄色ブドウ球菌（16%）が BSI 全体の中で最も大きな割合を占めていた（表 3）（15）*2。1992 年から 1999 年の間に蓄積されたデータによると、コアグラールゼ陰性のブドウ球菌と腸球菌が院内 BSI の最大の原因となっている（12）。報告された院内 BSI 原因菌のうち、コアグラールゼ陰性のブドウ球菌によるものは 37%（12）、黄色ブドウ球菌は 12.6%であった（12）。注目すべきは、黄色ブドウ球菌の分離株の感受性パターンである。NNIS が感受性の報告を行なうようになってから、1999 年に初めて ICU からの分離された黄色ブドウ球菌株の 50%以上がオキサシリンに耐性を示した（12）。

表 2 1992 年 1 月から 2001 年 6 月までに全国病院感染調査組織に報告された病院における中心静脈カテーテル関連血流感染の発生率（総合平均）（2001 年 8 月）

集中治療室の種類	件数	カテーテル挿入日数	1,000 カテーテル挿入日あたりの総合平均
冠状動脈	102	252,325	4.5
心胸	64	419,674	2.9
内科	135	671,632	5.9
内科／外科			
大学病院	123	579,704	5.3
その他	180	863,757	3.8
神経外科	47	123,780	4.7
新生児－ハイリスク (HRN)			
<1,000g	138	438,261	11.3
1,001-1,500g	136	213,351	6.9
1,501-2,500g	132	163,697	4.0
>2,500g	133	231,573	3.8
小児	74	291,831	7.6
外科	153	900,948	5.3
外傷	25	116,709	7.9
熱傷	18	43,196	9.7
呼吸	7	21,265	3.4

*2 監訳者注：ブドウ球菌属菌はコアグラールゼ反応により陽性の黄色ブドウ球菌と陰性のコアグラールゼ陰性ブドウ球菌（coagulase-negative staphylococci, CNS）に分けることができる。CNS の多くは皮膚常在菌叢を形成している表皮ブドウ球菌である。

表 3 院内血流感染から分離された最も一般的な病原体

病原体	1986-1989 (%)	1992-1999 (%)
コアグラージェ陰性ブドウ球菌	27	37
黄色ブドウ球菌	16	13
腸球菌属	6	13
グラム陰性桿菌	19	14
大腸菌	6	2
エンテロバクター属	5	5
緑膿菌	4	4
肺炎桿菌	4	3
カンジダ属	8	8

1999年、腸球菌はBSIの13.5%を占めるに至った（1986年から1989年にかけてNNISに報告された8%から増大した）。バンコマイシンに耐性を示す腸球菌のICUからの分離株の割合も上昇した（1989年には0.5%であったものが1999年には25.9%になった）（12）。

カンジダ属菌は1986～1989年（15, 16）と1992～1999年（12, 17, 18）にNNISに報告された院内BSIのうちの8%を占めた。一般的に使用されている抗真菌薬に対するカンジダ属菌の耐性は強まりつつある。NNISは非アルビカンス種菌に起因するBSIの割合や、フルコナゾール感受性に関するデータを発表していないが、他の疫学・臨床データは、酵母様真菌に起因するCRBSIの治療に関する経験的な対策を設定する上で、フルコナゾール耐性がますます重大な問題になっていることを示唆している。疫学的に重大な病原体のサーベイランスと制御（Surveillance and Control of Pathogens of Epidemiologic Importance: SCOPE）プログラムでは、入院患者の血流から検出されたカンジダアルビカンス分離株の10%がフルコナゾール耐性であることが実証されている（17）。さらに、カンジダBSIの48%が、カンジダアルビカンスよりもフルコナゾールとイトラコナゾールに対して耐性を示すと思われるカンジダグラブラータ、カンジダクルセイを含めた非アルビカンス種菌によるものであった（18, 19）^{*3}。

カテーテル関連BSIに占めるグラム陰性菌の割合は1986～1989年には19%であったが（15）、1992～1999年にはこれが14%になった（12）。ICU関連分離株の割合の上昇は、ESBL（基質拡張型β-ラクタマーゼ[産生菌]）を生成する腸内細菌科の菌、特に肺炎桿菌によるものである（20）。これらの菌は広域スペクトルのセファロスポリンに耐性を示すばかりでなく、頻繁に使用された場合はその他の広域スペクトルの抗菌剤にも耐性を示す。

*3 監訳者注：酵母様真菌で临床上重要なカンジダ属菌のうち、最も良く知られた菌は *Candida albicans* であるが、日和見感染患者からはそれ以外のカンジダ属菌が分離されることがあり、これらの抗真菌薬に対する耐性化が問題となっている。

◆病因論

末梢部に挿入する短期カテーテルでは、挿入部における皮膚細菌の皮下のカテーテル経路への移動と、カテーテル先端部の菌の定着が最も一般的な感染経路である(21, 22)。長期カテーテルでは、カテーテルのハブの汚染により内腔で菌の定着が起こる(23~25)。また、他の感染病巣からカテーテルに血行性の播種が起こる場合もある。注入液の汚染がCRBSIに結びつくことは稀である(26)。

(1) 器具の素材と(2) 感染しようとする微生物に固有の病原性因子は、カテーテル関連感染を決定付ける重要な要因である。*in vitro* (試験管内)での研究では、ポリ塩化ビニール製またはポリエチレン製のカテーテルは、テフロン®製、弾性シリコン製、ポリウレタン製のものよりも微生物の付着耐性が低いことが明らかになっている(27, 28)。そのため、現在、アメリカではポリ塩化ビニール製あるいはポリエチレン製のカテーテルはほとんど販売されていない。カテーテルのなかには表面に凹凸のあるものがあり、この場合、ある種の細菌(コアグラゼ陰性ブドウ球菌、アシネトバクター カルコアセチカス、緑膿菌等)の付着性が高まる(29~31)。また、このような素材でできたカテーテルは、菌の定着やその後の感染に対して非常に脆弱である。さらに、素材の中には血栓形成性の高いものもあり、この種の素材では、カテーテルにおける菌の定着やカテーテル関連感染が発生する可能性もある(31, 32)。そのため、CRBSI 減少に加えて、カテーテル関連血栓予防の重要性も高まっている。

カテーテル関連感染の原因を考える場合、特定微生物の付着性も重要なポイントである。例えば、黄色ブドウ球菌は、一般的にカテーテルに存在する宿主の蛋白質(フィブロンネクチン等)に付着する(33, 34)。また、コアグラゼ陰性ブドウ球菌は、他の病原体(大腸菌や黄色ブドウ球菌等)よりもポリマーの表面に付着しやすい。さらに、コアグラゼ陰性ブドウ球菌の中には、一般に「粘液(スライム)」と呼ばれる細胞外多糖類を生成するものもある(35, 36)。この粘液により、カテーテルが存在すると、宿主の防衛メカニズムに対して耐性ができるようになり(多形核白血球の抱き込みや殺傷に対するバリアとして機能する等)、あるいは抗菌剤に対する感受性が低下し(菌の細胞壁に抗菌薬が接触する前に抗菌薬と結合しマトリックスを形成する等)、コアグラゼ陰性ブドウ球菌の病原性が増強される(37)。カンジダ属菌の中には、ブドウ糖が含まれる溶液中で、上記のような細菌と同様の粘液を生成するものもある。これが、経静脈的栄養輸液製剤の投与を受けている患者のBSIにおいて、真菌性の病原体に起因する割合が増大していることの原因となっている可能性がある(38)。

◆成人および小児患者のカテーテル関連感染予防対策

品質の保証と教育の継続

血管内カテーテル関連感染リスクを最小限に抑えるための対策は、患者の安全と費用対効果のバランスを考慮する必要がある。知識・技術・医療の状況が変化すれば、感染を管理・予防するための対策にも変化が求められる。そのためには、医療従事者がケアを提供・監視・評価し、知識と経

験を高めることができるような系統的なプログラムが必要不可欠となる。過去 20 年間の報告では、衛生的なケアが標準化されることによって感染のリスクが低下すること（39～43）、経験不足の医療従事者が血管内カテーテルの挿入と維持管理を行なった場合は、カテーテルでの菌の定着ならびに CRBSI が増加する可能性のあること（43, 44）が明らかになっている。専門「IV チーム」は、カテーテル関連感染と関連合併症の発生低下およびコスト軽減において明確な有効性を示してきた（45～47）。さらに、看護スタッフ数が限界レベルを下回ると感染リスクが上昇する（48）。

カテーテル挿入部位の条件

カテーテルを留置する部位の条件により、その後のカテーテル関連感染リスクや静脈炎のリスクが左右される。部位がカテーテル感染のリスクに及ぼす影響は、血栓性静脈炎のリスクや皮膚局所の常在菌叢の菌の密度とも関係している。

以前から、静脈炎は、感染を引き起こすリスクとして認識されてきた。成人では、上肢と比較して下肢の挿入部位と感染リスクには密接な結びつきがある（49～51）。さらに手首や上腕の静脈と比較すると、手の静脈では静脈炎のリスクが低い（52）。

カテーテル挿入部分の皮膚の常在菌叢の菌の密度は、CRBSI の大きなリスクファクターである。専門家は、感染リスクを軽減するために CVC を頸部や大腿部ではなく鎖骨下部分に留置するよう勧告している。今までのところ、頸部・鎖骨下・大腿部に留置されたカテーテルの感染リスクを比較する満足な無作為試験は行なわれていない。カテーテルが内部頸静脈に挿入された場合、鎖骨下あるいは大腿部の静脈に挿入された場合よりも感染リスクが高いことが明らかにされている（22, 23, 54）。

大腿部カテーテルは、成人で菌の定着率が比較的高いことが証明されている（55）。大腿部カテーテルの場合、内頸部や鎖骨下カテーテルよりも深部静脈血栓のリスクが高いこと（56～60）、また、そのようなカテーテルでは感染の可能性が高いと推定されることから、可能な限り大腿部カテーテルは避けるべきである。しかし、小児患者を対象とした研究では、大腿部カテーテルにおける機械的な合併症^{*4}の発生率は低いこと、および大腿部以外に留置されたカテーテルの場合と感染率は同じ程度であることが証明されている（61～63）。したがって成人患者の場合は、カテーテルの留置部位を決定するには他の要素（機械的な合併症の可能性、鎖骨下静脈狭窄、カテーテルを操作するものの技量等）も考慮すべきであるが、感染予防の観点からは鎖骨下部分が望ましいと言える。8 つの研究のメタ分析によると、CVC 留置時にベッドサイドでの超音波診断装置を使用した場合、目印による標準的な留置手法に比べて機械的合併症を明らかに低減できることがわかる（相対リスク [RR]=0.22、95%信頼区間 [CI]=0.10-0.45）（64）。快適さ、安全性、無菌状態の維持、患者に固有の要因（既に存在する他のカテーテル、解剖学的な形状異常、出血性素因など）、機械的合併症の相対リスク、ベッドサイドでの超音波診断装置の有無、感染リスク等を考慮して留置部位を選択する必要がある。

*4 監訳者注：血管内留置カテーテル挿入時の機械的合併症として、気胸、鎖骨下動脈穿刺、鎖骨下静脈裂傷、血胸、血栓症、空気栓塞、カテーテルの誤留置などがある。

カテーテルの材質

テフロン[®]製やポリウレタン製のカテーテルでは、ポリ塩化ビニール製やポリエチレン製のカテーテルの場合よりも感染合併症の確率が低い (27, 65, 66)。末梢静脈へのアクセスを目的としてカテーテルの代わりに使用される金属針の場合、その感染合併症の率はテフロン[®]製のカテーテルと同じである (67, 68)。しかし、金属針を使用した場合、静脈注射 (IV) 液剤が皮下組織に侵入するケースが多く、その注射液が発泡性であった場合には深刻な合併症が発生する恐れがある (68)。

手の衛生、無菌操作

ショートタイプの末梢カテーテルでは、カテーテル挿入あるいは管理の前に手を清潔にし、カテーテル操作時に適切な無菌操作を用いることが感染防止に役立つ。流水によらないアルコールベースの製品 (69) を用いるか、抗菌性の石けんを用いた後よくすすぐこと (70) で手の衛生を保つことができる。適切な衛生操作には、必ずしも滅菌手袋を使用する必要はない。新しい非滅菌タイプの使い捨て手袋を使用するとともに、末梢血管内カテーテルの挿入に際して「ノータッチ」操作を守ることで目的を達することができる。しかし、米国職業安全衛生管理局(OSHA)では、血液媒介病原体の暴露予防のため標準予防策として手袋の使用を義務づけている。

末梢血管内カテーテルと比べて CVC の場合は感染リスクが大きいため、CVC 挿入時の感染防止に必要な遮断予防策 (バリアプレコーション) の水準が一層厳しいものとなっている。

CVC 挿入時に高度無菌遮断予防策 (マキシマルバリアプレコーション; 帽子、マスク、滅菌ガウン、滅菌手袋、大型の滅菌ドレープ等) を講ずることで、標準的な予防策 (無菌手袋と小型の覆い等) に比べて CRBSI 発生の可能性を低減できる (22, 71)。PICC や中間カテーテル挿入時のこのような予防措置の効果についての研究は行なわれていないが、PICC についても、上記のマキシマルバリアプレコーションを適用することが望ましい。

皮膚の消毒

アメリカでは、ポビドンヨードが動脈カテーテルや CVC の挿入部分の消毒に最も広く使用されている (72)。しかし、ある研究によると、10%ポビドンヨードや 70%アルコールを用いた場合と比較して、2%グルコン酸クロルヘキシジン水溶液を中心静脈や動脈部分に使用すれば、BSI 発生率をより低減できることが報告されている (73)。クロルヘキシジンを含む製品が商業ベースで入手できるようになったのは最近になってからで、米国食品医薬品局 (FDA) が 2%クロルヘキシジンチンキを皮膚の消毒用として認可したのは 2000 年の 7 月である。クロルヘキシジンを含む他の製剤の効果は、これほど優れていないと思われる。成人を対象とした前向きかつ無作為な調査では、CRBSI や CVC の菌の定着の予防において、0.5%グルコン酸クロルヘキシジンチンキの効果は 10%ポビドンヨードと大差がないことを明らかにしている (74)。しかし、新生児を対象とした研究では、ポビドンヨードと比較して、0.5%クロルヘキシジンが末梢 IV の菌の定着を低減することが明らかにされてい

る (20/418 対 38/408 カテーテル ; P=0.01) (75)。この研究 (CVC が含まれていない) の対象者数は、BSI 発生率の差を評価するには不十分なものである。1%クロルヘキシジンチンキは、カナダとオーストラリアで入手可能であるが、アメリカではまだ入手できない。なお、1%クロルヘキシジン製剤とポビドンヨードを比較した試験結果は今までのところ公表されていない。

カテーテル留置部位のドレッシング法

カテーテル挿入部位のドレッシングには、透明で半透過性のポリウレタン製のドレッシング材が一般的になっている。透明ドレッシング材の使用は、器具を確実に固定し、カテーテル部分を継続的に目視で確認することを可能にする。また、患者が入浴したりシャワーを使っても水が染み込まず、標準的なドレッシングほどガーゼとテープを頻繁に交換する必要もないため医療従事者の時間を節約できる。

末梢血管内カテーテルのドレッシングによる管理について実施された最大規模の対照試験で、約 2,000 件の末梢血管内カテーテル事例について、透明なドレッシング材の使用に伴う感染症の罹患率が調査されている (65)。この試験のデータによると、透明なドレッシング材を用いて管理したカテーテルの菌の定着率 (5.7%) はガーゼによるもの (4.6%) と同等であり、カテーテル部分の菌の定着や静脈炎の発生率においても臨床上有意味な差は認められない。さらに同データは、透明なドレッシング材の場合、血栓静脈炎のリスク増大を伴うことなく、カテーテルが挿入されている期間にわたり、末梢血管カテーテル上に安全に使用できることを示唆している (65)。

透明なドレッシング材を使用したグループと、ガーゼによるドレッシングを使用したグループにより、カテーテル関連 BSI のリスクを比較した研究についてメタ分析を実施した (76)。その結果、両グループ間で、CRBSI のリスクに差を認めることはできなかったため、いずれのドレッシング法を用いるかということは、好みの問題といえる。カテーテル挿入部から血液がにじみ出る場合は、ガーゼによるドレッシングの方が望ましいとも考えられる。

ある多施設試験では、短期の動脈カテーテルと CVC にクロルヘキシジンを含浸させたスポンジ (Biopatch™) *5 を留置することで、カテーテルの菌の定着と CRBSI のリスクが減少している (77)。この器具の使用に伴う全身的な悪影響はない。

カテーテル固定器具

カテーテル関連 BSI の防止のためには、縫合式固定器具よりも無縫合式固定器具のほうが有利である。限られた患者を対象にした (いささか不十分な) ある研究で、PICC の固定について、無縫合式器具と縫合式器具の比較が行なわれた。同研究では、無縫合式器具を用いた患者グループで CRBSI が減少していた (78)。

*5 監訳者注 : Biopatch™ は 3M 社より本邦でも発売されている。

インラインフィルター

インラインフィルターにより、輸液による静脈炎の発生率が低下する（79、80）。血管内カテーテルと輸液システムに関連する感染予防におけるインラインフィルターの効果を裏付けるデータは存在しない。フィルターの提唱者は、（1）汚染された注入液や周囲からの汚染（フィルター隣接面等）による感染リスクの軽減、（2）大量の輸液を必要とする患者あるいは輸液に関連する静脈炎が既に発生している患者の静脈炎のリスク軽減、（3）IV 液の汚染につながりうる粒子状物質の除去（81）、（4）汚染された輸液中でグラム陰性菌が産成したエンドトキシンの濾過（82）等の潜在的なメリットがあると主張している。これらの理論的なメリットについては、輸液に関連する BSI が稀なものであること、ならびに薬剤部での薬剤あるいは注入液の濾過が、大部分の粒子を除去する上で実際的かつ低コストなものであるという認識をもって理解される必要がある。さらに、使用する点滴薬剤（デキストラン、脂肪乳剤、マンニトール等）によってはインラインフィルターが閉塞する可能性があり、そうなればライン操作件数が増大し、投与する薬剤の利用可能性が低下する（83）。したがって、CRBSI のリスクを軽減するためにインラインフィルターの使用を強力に推奨することはできない。

抗微生物薬／抗菌物質含浸のカテーテルとカフ

カテーテル／カフの中には抗微生物薬や抗菌物質をコーティングあるいは含浸させたものがある。この種のカテーテル購入には余分なコストが必要ではあるが、CRBSI のリスク軽減と CRBSI の治療に伴う病院のコスト削減に貢献する可能性がある（84）。抗微生物薬や抗菌物質を含浸させたカテーテルに関する研究は、全てカテーテルの挿入期間が 30 日未満の成人患者を対象に、3 ルーメンのカフなしカテーテルを用いて行なわれている。これらのカテーテルは体重 3kg 以上の患者への使用が FDA によって認められているが現在のところ、体重 3kg 未満の者に対して使用可能な抗微生物薬／抗菌物質含浸カテーテルは存在しないため、全ての研究が成人を対象に実施されている。

クロルヘキシジン／スルファジアジン銀 クロルヘキシジン／スルファジアジン銀で外側のルーメンの表面のみがコーティングされたカテーテルについて、CRBSI のリスク軽減の効果が研究されている。2 つのメタ分析（2, 85）によると、コーティングされていない標準的なカテーテルと比較して、この種のカテーテルが CRBSI のリスクを軽減することが立証されている。一方のメタ分析では、カテーテルの平均挿入期間は 5.1～11.2 日となっている（86）。クロルヘキシジン／スルファジアジン銀でコーティングされたカテーテルの表皮ブドウ球菌に対する *in vitro*（試験管内）での抗菌効果の半減期は 3 日であり、この抗菌効果は時間とともに低下する（87）。この種のカテーテルを使用した患者にメリットがあるかどうかは、当初の 14 日以内に明らかになる（86）。現在、内部ルーメンと外部ルーメン両方の表面がクロルヘキシジンでコーティングされた第二世代のカテーテルが市販されている。外側のルーメンには 3 倍の量のクロルヘキシジンがコーティングされており、第一世代の製品よりも表面の抗菌効果が長く持続する。外側表面のクロルヘキシジンのコーティングはスルファジアジン銀と組み合わせられており、内側表面ではクロルヘキシジンのみが使用されている。予備試験では抗感染性の作用が長期にわたって発揮されるため、感染防止効果が改善さ

れるとの結果が出ている (88)。件数は少ないが、クロルヘキシジン／スルファジアジン銀がコーティングされたカテーテルの使用に伴うアナフィラキシーが日本で報告されている (89)。クロルヘキシジン／スルファジアジン銀に耐性を持つ菌が、患者でコロニーを形成するか、あるいは患者に感染するかという点は不明である (86)。

クロルヘキシジン／スルファジアジン銀のカテーテルは、標準的なカテーテルよりも高価である。しかしある分析では、他の予防対策（マキシマルバリアプレコーション、無菌操作等）が強く支持されているにもかかわらず CRBSI のリスクが高い環境では、クロルヘキシジン／スルファジアジン銀のカテーテルを使用することで、1カテーテルあたり 68～391 ドルのコストを削減できることが示唆されている (90)。ICU 患者、火傷患者、好中球減少性患者、1,000 カテーテル挿入日あたりの感染率が 3.3 件を超える他の患者においては、この種のカテーテルの使用が対費用効果に優れている (86)。

ミノサイクリン／リファンピン 多施設間の無作為試験において、第一世代のクロルヘキシジン／スルファジアジン銀の含浸カテーテルと比較して、ミノサイクリン／リファンピンを内面と外面両方に含浸した CVC の CRBSI 発生率が低いことが明らかになっている (91)。カテーテル留置第 6 日目から効果が始まる。30 日を超えて評価されたカテーテルはない。ミノサイクリン／リファンピンに耐性を持つ菌の存在は報告されていない。しかし、*in vitro* でのデータは、病原体、特にブドウ球菌の中で、これらの含浸カテーテルでミノサイクリン／リファンピン耐性が増大する可能性があることを示している。*In vitro* 条件下での表皮ブドウ球菌に対するミノサイクリン／リファンピンでコーティングしたカテーテルの抗菌活性の半減期は 25 日、クロルヘキシジン／スルファジアジン銀でコーティングされた第一世代のカテーテルの同半減期は 3 日である (87)。*In vivo* (生体内) でもミノサイクリン／リファンピンのカテーテルの方がクロルヘキシジン／スルファジアジン銀の第一世代のカテーテルよりも抗菌活性を発揮する期間は長い (91)。今までのところ、第二世代のクロルヘキシジン／スルファジアジン銀カテーテルを用いた比較試験は公表されていない。ミノサイクリン／リファンピンのカテーテルの性能向上が、使用されている抗微生物薬によるものであるのか、あるいは内外両面にコーティングされていることによるものであるのかを明らかにするための研究が必要である。クロルヘキシジン／スルファジアジン銀のカテーテルの場合と同様、臨床医の中には 1,000 カテーテル挿入日あたりの CRBSI の発生率が 3.3 を超える場合、患者に対してミノサイクリン／リファンピンのカテーテルの使用を考慮するよう勧告する者が存在している (86)。CRBSI の全ての発生率を減少させることを目標とすべきであると提案している報告もある (92)。クロルヘキシジン／スルファジアジン銀含浸カテーテルまたはミノサイクリン／リファンピン含浸カテーテルを使用するか否かは、標準的な手順（医療従事者の教育、高度無菌バリアプレコーションの導入、2%クロルヘキシジン皮膚消毒薬等）を導入した後で、CRBSI 防止効果の向上を必要としているかどうかによって判断されなければならない、耐性病原体出現の可能性やこの方法の導入コストとのバランスも考慮する必要がある。

白金／銀 イオン性の金属は幅の広い抗菌作用を備えており、CRBSI を予防するため、カテーテルやカフに使用されている。ヨーロッパでは白金と銀を含浸したカテーテルが市販されており、

最近になって米国食品医薬品衛生局(FDA)もアメリカでの使用を認可した。この種のカテーテルは抗菌性を売り物にして販売されているが、その抗菌性を立証する研究は公表されていない。

銀製のカフ CVC に装着する皮下コラーゲンカフにイオン性の銀が使用されている (93)。このイオン性の銀は抗菌作用を有しており、カフがカテーテル外面における微生物の移動を妨げる機械的なバリアとしての働きをする。留置期間が20日以上のカテーテルに関する研究では、カフはCRBSIの発生率を軽減できないことが明らかになっている (94, 95)。短期カテーテルに関する別の2つの研究では、CRBSIの検討症例数が少ないため効果は立証されていない (93, 96)。

抗微生物薬による全身的な予防

成人患者における経口摂取あるいは経静脈的投与摂取された抗菌薬または抗真菌薬によるCRBSI発生率の軽減を立証する研究はない (97~99)。しかし、低体重出生児を対象に行なわれた2つの研究では、バンコマイシンの予防効果が検証されており、いずれの研究でも、CRBSIの減少が立証されている (ただし、死亡率の低下は認められていない) (100, 101)。バンコマイシンの予防的な利用がバンコマイシン耐性腸球菌 (VRE) 獲得の独立したリスクファクターであることから (102)、VRE獲得リスクがバンコマイシンの予防的利用のメリットを上回るのではないかと考えられる。

抗微生物薬／消毒薬の軟膏

血液透析カテーテルの挿入部に塗布されるポピドンヨード軟膏について、カテーテル関連感染の発生率を低下させるための予防的処置効果が研究されている。129の血液透析カテーテルについてのある無作為研究では、カテーテル挿入部にポピドンヨード軟膏を日常的に使用した場合と使用しない場合を比較して、日常的に使用した場合のほうが出口部分の感染発生率、およびカテーテル先端の菌の定着率、さらにBSIの発生率のいずれも低下することが明らかにされている (103)。

CRBSIの防止を目的にCVC挿入部にムピロシン軟膏*⁶を塗布した場合の効果についての研究がいくつか行なわれている (104~106)。ムピロシンはCRBSIのリスクを低減するが (106)、ムピロシン軟膏はムピロシン耐性と関係しており (107, 108)、またポリウレタン製カテーテルの品質に悪影響を及ぼす可能性がある (109, 110)。

黄色ブドウ球菌の鼻腔内保菌者は、非保菌者と比べて、CRBSIになるリスクが高くなっている (103, 111)。黄色ブドウ球菌の鼻の保菌を減少させるために、鼻腔内にムピロシン軟膏を使用したほうが、CRBSIのリスクが減少している。しかし、黄色ブドウ球菌でもコアグラゼ陰性ブドウ球菌でも、ムピロシンを定期的に使用し始めると間もなくムピロシン耐性が生じている (107, 108)。

カテーテルの挿入部に塗布されるムピロシン以外の抗微生物薬軟膏についても研究が行なわれており、相反する結果が報告されている (112~114)。さらに殺菌作用のない抗微生物薬軟膏を使用すると、カテーテルのカンジダ属菌定着率は上昇する可能性がある (112, 114)。カテーテルの挿入部に塗布する軟膏に関しては、カテーテルの素材適合性が損なわれないよう適合性についてカテー

*6 監訳者注：ムピロシン軟膏は我が国ではバクトロバン軟膏TMとして発売されている。

テルと軟膏の各メーカー推奨事項をチェックする必要がある。

抗生物質ロックによる予防法

CRBSI を防止するため、抗生物質溶液でカテーテルの内腔のフラッシュと充填を行ない、カテーテルの内腔に同溶液を残しておく抗生物質ロック予防法が試みられている。長期カテーテルを使用している好中球減少症の患者でのこの予防法の有効性が 3 つの研究で立証された (115~117)。うち 2 つの研究では、ヘパリン単独 (10 IU/ml) またはヘパリン + バンコマイシン 25 μ g/ml の何れかが使用されている。3 番目の研究では、バンコマイシン/シプロフロキサシン/ヘパリン (VCH) とバンコマイシン/ヘパリン (VH) とバンコマイシン単独の比較が行なわれている。バンコマイシン/シプロフロキサシン/ヘパリンまたはバンコマイシン/ヘパリン何れかを使用した患者では、ヘパリン単独使用の患者と比較して、バンコマイシン感受性菌による CRBSI の発生率は低く (VCHp=0.022; VHp=0.028)、バンコマイシン感受性菌による最初の菌血症発症までの時間も長い (VCHp=0.036; VHp=0.011) (115~117)。限定数の小児を対象としたある研究では、ヘパリンによるフラッシュを行なった場合と、ヘパリン+バンコマイシンを使用した小児の間で CRBSI 発生率に違いが認められていない (118)。しかし、バンコマイシンの使用そのものが VRE 獲得の独立危険因子であることから (102)、この方法を日常的に採用することは推奨できない。

ミノサイクリンとエチレンジアミン四酢酸 (EDTA) を含む抗凝固剤/抗菌剤の組合せ (グラム陽性菌、グラム陰性菌およびカンジダ属菌に対する抗バイオフィーム^{*7}作用・抗菌作用 (119) ならびに抗凝固作用を持つ) が固定溶液として提案されている。しかし、対照臨床試験、無作為試験で効果が立証されてはいない。

抗凝固剤

カテーテル血栓症を防止する意味から、抗凝固剤を含んだフラッシュ溶液が広く使われている。カテーテルに付着した血栓やフィブリンは血管内カテーテルでの菌の定着する病巣となりうることから (120, 121)、抗凝固剤を使用することで CRBSI を予防できる可能性があると考えられる。

短期 CVC を使用する患者におけるヘパリン予防法 (TPN に 3 IU/ml、6 時間または 12 時間毎の注入薬液に対して 5,000 IU の割合で加えるか、または、皮下に 2,500 U 低分子量ヘパリンを投与する) のメリットを評価したメタ分析では、ヘパリンの予防的な使用によりカテーテル関連の中心静脈血栓のリスクの低下が認められた (122)。しかし、CRBSI 発生率については有意差を認めることはできなかった。大部分のヘパリン溶液が抗菌作用を持つ保存剤を含んでいることから、CRBSI 発生率の減少が血栓形成の減少によるものか、保存剤によるものか、あるいは両方によるものであるのかは不明である。

*7 監訳者注：バイオフィーム (biofilm) = 生物膜とは、物体の表面に付着した微生物が産生する多糖体などの粘性物質の中に入り込んで複合体を形成した状態をさす。血管留置カテーテルなどの生体内挿入器具の表面にバイオフィームが形成されると、その中の病原性微生物が抗微生物薬や抗体から守られ、難治化する場合がある。

大部分の肺動脈カテーテル、臍カテーテル、中心静脈カテーテルについては、ヘパリン結合コーティングされたものが市販されている。なかでもヘパリンと塩化ベンザルコニウムを結合したものが一般的であるが、これは抗菌作用（123）と抗血栓効果（124）を持っている。

ワルファリンの CRBSI に対する減少効果（カテーテルにおける血栓形成を抑制する）についても評価が行なわれている（125, 126）。長期 CVC を使用する患者においては、ワルファリンの少量投与（1 mg/日等）でカテーテル血栓の発生率が低下する。ただし、ワルファリンによる CRBSI 発生率低下を裏付けるデータは存在しない。

◆カテーテルの交換

末梢静脈カテーテル

静脈炎やカテーテル関連感染防止の観点から、定期的に静脈カテーテルを交換するよう提案されてきた。ショートタイプの末梢静脈カテーテルの研究によると、カテーテルの留置時間が 72 時間を超えると血栓性静脈炎や菌の定着の発生が増加することが明らかになっている（66, 67, 127）。しかし、末梢カテーテルの留置時間が 72 時間の場合と、96 時間の場合を比較しても、静脈炎の発生率に事実上の差は認められない（128）。静脈炎やカテーテルの菌の定着は、カテーテル関連感染のリスク上昇を招くため、感染リスクと静脈炎による患者の不快感を軽減するためショートタイプの末梢静脈カテーテルの留置部位を 72～96 時間間隔で交換することが一般的になっている。

中間カテーテル

中間カテーテルの場合は、ショートタイプの末梢静脈カテーテルよりも静脈炎の発生率が低く、感染率も CVC より低くなっている（129～131）。140 の中間カテーテルを対象にしたある前向き研究では、このタイプのカテーテルの BSI 発生率は、1,000 カテーテル挿入日あたり 0.8 であった（131）。カテーテルの留置期間を含めて、感染に結びつく明確なリスクファクターは認められない。中間カテーテル留置期間の中央値は 7 日、最大値は 49 日であった。同研究の結果は、明確な兆候があるまで中間カテーテルの交換は不要であることを示唆しているが、CRBSI の予防対策として中間カテーテルの定期的な交換のメリットを評価する前向き研究や無作為研究は実施されていない。

CVC（PICC、血液透析カテーテルを含む）

CRBSI を予防するために、所定時間毎にカテーテルを交換しても発生率は低下しない。カテーテルの交換を 7 日毎に行なった場合と必要に応じて行なった場合について 2 つの試験が行なわれている（132, 133）。一方の試験は、CVC、肺動脈カテーテルもしくは末梢動脈カテーテルを必要とする外科 ICU 患者 112 名を対象に実施されており（132）、もう一方の試験では、鎖骨下血液透析カテーテルのみが対象となっている（133）。いずれの試験においても、カテーテルの交換を 7 日毎に行なった患者と、必要に応じて行なった患者で CRBSI に違いは認められていない。

CRBSI 予防措置として、ガイドワイヤーを用いた定期的な CVC の交換も提案されている。CVC

の管理に関して行なわれた 12 の無作為の対照臨床試験についてメタ分析を行なったが、必要に応じてカテーテルを交換した場合とガイドワイヤーを用いて定期的に CVC を交換した場合を比較しても、CRBSI 発生率低下を立証することはできなかった (134)。したがって、正常に機能しており、局部的あるいは全身的な合併症を引き起こす根拠がない限り、CVC を定期的に交換する必要はない。

ガイドワイヤーを用いたカテーテルの交換は、機能不全のカテーテル交換あるいは観血的モニタが不要になった場合の肺動脈カテーテルを CVC と交換する手法として認められているが、新たな箇所を経皮的に挿入する場合と比較して、ガイドワイヤーによりカテーテルを挿入した場合、不快感が軽減され機械的な合併症が大幅に減少する (135)。さらに、この方法は、患者によっては、限られた静脈アクセスを維持するためにも有効である。通常、血管への挿入部分から皮膚への経路の菌の定着が感染源になるため、菌血症がある場合にはガイドワイヤーにより一時的なカテーテルを交換することは好ましくない (22, 135)。しかし、トンネル型の血液透析カテーテルを使用し菌血症を持つ特定の患者においては、抗生物質による治療と併用してガイドワイヤーによりカテーテルを交換する方法は、静脈アクセスが限られた患者を救うための選択肢となりうる (136~139)。

血液透析カテーテル

血液透析におけるカテーテルの使用は、透析患者の菌血症を引き起こす最大の要因である (140, 141)。透析カテーテルを使用する患者における菌血症の相対的危険度は、動静脈瘻造設済み患者における危険度の 7 倍である (142)。カテーテルを使用する血液透析患者の数を減らすための全米腎臓財団 (National Kidney Foundation) の取組みにもかかわらず、カテーテルの使用は 1995 年には 12.7%であったものが、1999 年には 22.2%に増加している (143)。動静脈瘻造設患者の 100 患者月あたりの菌血症が 0.2 であるのに対し、グラフトでは 0.5、カフ付きカテーテルでは 5.0、カフ無しカテーテルでは 8.5 となっている (CDC、未公開データ、1999)。

感染発生率を低減するには、血液透析カテーテルの使用を避け、動静脈瘻造設やグラフトを選択すべきである。透析のために一時的なアクセスが必要で、もしカテーテルの留置期間が 3 週間を超えると予想される場合は、ICU であってもカフ無しよりもカフ付きのカテーテルを使用することが望ましい (11, 144)。

肺動脈カテーテル

肺動脈カテーテルは、テフロン[®]製のイントロデューサーを使って挿入され、一般的に平均 3 日間にわたって留置される。肺動脈カテーテルの大部分がヘパリン結合タイプで、カテーテル血栓症やカテーテルへの細菌の付着が軽減される (145)。メタ分析によると、ヘパリン結合タイプではない標準的な肺動脈カテーテルでは、CRBSI の発生率が 1,000 カテーテル挿入日あたり 5.5 であるのに対し、ヘパリン結合タイプでは同 2.6 となっている (11)。肺動脈カテーテルの大部分がヘパリン結合タイプであることから、この種のカテーテルによる感染相対リスクは CVC と同レベル (1,000 カテーテル挿入日あたり、それぞれ 2.6 と 2.3) である (11)。

肺動脈カテーテルについて実施された 442 の前向き研究では、5 日目以降に CRBSI のリスクが高

まる（5日目以前では 0/442 CRBSI、5日目以降では 5/442、 $p < 0.001$ ）ことが明らかになっている（146）。肺動脈カテーテルについての 71 の前向き観察研究では、カテーテルが 7 日を超えて留置されている場合に感染率が高いことが明らかになっている（7日目以前では 2%、7日目以降では 16%）、 $p = 0.056$ ）（147）。しかし、いずれの研究でもカテーテルの定期的な交換が CRBSI 削減に効果的であることは示されていない（132, 135）。継続的に血行動態モニタリングを必要とする患者では、7日間隔よりも短い間隔で肺動脈カテーテルを交換する必要はない。7日以上にわたって留置する必要があるカテーテルの定期的な交換に関する特別な勧告はない。

肺動脈カテーテルは、通常、接触汚染を防止するための薄いプラスチック製のスリーブに包装されている。カテーテルについての 166 の研究では、スリーブ付きのカテーテルを留置するように無作為に割り付けられた患者では、スリーブ無しで肺動脈カテーテルを留置した患者よりも CRBSI リスクが低くなるという結果が出ている（ $p = 0.002$ ）（148）。

末梢動脈カテーテル

通常、末梢動脈カテーテルは橈骨動脈もしくは大腿動脈に挿入され、連続的な血圧モニタや血液ガス測定に使用される。CRBSI の発生率は、一時的な CVC と同レベルである（それぞれ 1,000 カテーテル挿入日あたり 2.9 対 2.3）（17）。末梢動脈カテーテルに関するある研究では、定期的にかテーテルを交換した場合と、必要に応じて交換した場合の感染率に差のないことが明らかになっている（132）。動脈カテーテルに関するある 71 の観察研究では、末梢動脈カテーテルが 4 日を超えて留置された患者では、局所的な感染が 10 件、CRBSI が 4 件観察されたのに対し、カテーテルの留置期間が 4 日以下の患者では、局所的感染 1 件が観察されただけで CRBSI は認められていない（ $p < 0.05$ ）（147）。CRBSI のリスクは、短期 CVC の場合と同レベルであると思われることから、動脈カテーテルの場合も同様の取り扱いができると考えられる。必要留置期間が 5 日を超えるカテーテルの交換については具体的な勧告はない。

点滴セットの交換

IV 点滴セット定期交換の最適な間隔については、3 つの比較研究で検討されている。それぞれの研究データによると、点滴セットの使用開始以降 72 時間もしくはそれ以上の間隔で交換しても安全であり、費用効果も優れていることが明らかである（149～151）。さらに最近の研究データでは、点滴セットが 96 時間使用された場合であっても、72 時間の場合と静脈炎の発生率に大きな差のないことが明らかになっている（128）。微生物の成長を促す液剤（脂肪乳剤や血液製剤等）を注入する場合は、これらが CRBSI の独立リスクファクターであると認識されていることから、もっと頻繁に点滴セットを交換するよう示されている（152～158）。

活栓（薬剤注入、IV 輸液投与、血液サンプルの採取等に使用されるもの）は、微生物の血管内カテーテルや IV 輸液製剤への侵入口となりうる。活栓の汚染率は高く、大部分の報告で 45～50%発生している。ただし、これらの汚染が CRBSI の事実上の侵入口であるか否かを立証することは困難である。

活栓の代わりとして「ピギーバック」システムが使用されている。しかし、刺入部位のゴム製の薄膜に刺さる器具が部分的に空気にさらされた場合や、針を固定するために使用される消毒されていないテープと直接接触した場合等には、このシステムでも血管内投与薬剤が汚染する可能性がある。このような場所では、ピギーバックシステムの改良タイプを使用すれば汚染を防止できる可能性がある（159）。

ニードルレス血管内カテーテルシステム*⁸

鋭利物による損傷を減らす目的と、それに起因する医療従事者の血液感染リスクを軽減する試みとして、ニードルレス注入システムが設計・導入されているメーカーの推奨どおりに使用した場合、CRBSI の発生には事実上何の影響も及ぼさない（160～167）。

多用量静脈内投与薬剤バイアル

一般に、経静脈的投与輸液薬剤は、単数もしくは複数の患者に対して、長期間使用される可能性のある多用量バイアルで供給される。この種の多用量バイアルの外因性汚染の全体的なリスクは最小限と考えられるが（168）、汚染が発生した場合は、生命にかかわる感染を引き起こす恐れがある（169, 170）。1 回量バイアルには防腐剤が入っていないケースが多く、何度も使用された場合は汚染のリスクが生ずる。

◆小児患者における血管内カテーテル関連感染についての特別考慮事項

小児に関する研究は限られているが、小児の CRBSI 防止については、他に考慮しなければならない事項がある。小児科に関するデータは、大部分が新生児 ICU または小児 ICU および小児癌患者の研究によるものである。

疫学

成人の場合と同様、小児の BSI のほとんどが血管内カテーテルの使用と関係している。1995～2000 年に NNIS に報告された小児 ICU 全てにおけるカテーテル関連 BSI 発生率の平均は、1,000 カテーテル挿入日あたり 7.7 である（171, 172）。新生児 ICU での臍カテーテルと CVC に関連する BSI の発生率は、出生時体重 1,000g 未満の小児で、1,000 カテーテル挿入日あたり 11.3、同 2,500g 未満の場合は 1,000 カテーテル挿入日あたり 4.0 となっている（171）。なお、カテーテルの使用率は成人 ICU も小児 ICU も同等である（172, 173）。

*⁸ 監訳者注：金属針を用いない（針なしの）輸液システムを総称している。注射筒を用いての薬液の注入は金属針にかわりに“カニューラ”と呼ばれる代替え部品、やその他のアダプターを装着し行うことになる。

微生物学

成人の場合同様、小児の CRBSI のほとんどがコアグラウゼ陰性ブドウ球菌（CNS）によるものである。1992～1999 年の間に、NNIS に報告された小児 ICU での BSI の 37.7%が CNS によるものであった（12）。脂肪乳剤への暴露が、出生時体重が非常に軽い幼児（1,000g 未満）の CNS による菌血症発症の独立リスクファクター（オッズ比[OR]=9.4、95%CI=1.2～74.2）（155）であるとともに、新生児 ICU でのカンジダ菌血症発症の独立リスクファクター（OR=5.33、95%CI=1.23～48.4）ともなっている（154）。小児 ICU で報告された BSI の 25%がグラム陰性菌によるもので（172）、腸球菌とカンジダ属菌は、それぞれ 10%と 9%であった（172）。

末梢静脈カテーテル

成人の場合と同様、小児患者で末梢静脈カテーテルを使用した場合、静脈炎、注入液の血管外漏出、カテーテル感染等を併発する恐れがある（174）。カテーテル挿入部位、連続的な IV 脂肪乳剤を伴う経静脈的投与栄養輸液の注入、カテーテル挿入までの ICU 滞在期間等は全て小児患者の静脈炎リスクを増大させる。しかし、成人におけるリスクとは対照的に、小児の場合、カテーテル留置の期間が伸びても静脈炎のリスクは上昇しない（174、175）。

末梢動脈カテーテル

小児における末梢動脈カテーテルの 340 症例の前向き研究で次の 2 つのカテーテル関連感染のリスクファクターが確認された：（1）加圧チューブ内への血液の逆流を起こす動脈システムの使用、および（2）カテーテル留置期間（176）。動脈カテーテル留置の期間とカテーテルでの菌の定着リスクに関連性のあることが明らかになっているが、2～20 日間について、リスクは 6.2%と一定である（176）。

臍カテーテル

出生後間もなく臍の断端には濃厚な細菌の定着がみられるにもかかわらず、新生児の血管へのアクセスとして臍血管カテーテル処置がしばしば用いられる。臍血管へのカニューレ挿入は容易であり、血液サンプルの採取や血行動態を測定することができる。カテーテルの菌の定着や BSI の発生は、臍静脈カテーテルの場合も臍動脈カテーテルの場合も同様である。いくつかの研究で、臍動脈カテーテルの 40～55%で菌の定着がみられ、5%が CRBSI を招くこと、臍静脈カテーテルでは 22～59%で菌の定着がみられ（177～179）、3～8%が CRBSI を招くこと（178）が明らかになっている。ハイポジション（横隔膜より上）の臍カテーテルもローポジション（横隔膜より下で大動脈分岐より上）の臍カテーテルも、CRBSI の発生率は同レベルであるが、ハイポジションの場合は、血管合併症の発生率が低く、有害な続発症が増大することもない（178）。

臍動脈カテーテルと臍静脈カテーテルで感染のリスクファクターは異なる。ある研究では、10 日以上にわたって抗微生物薬の投与も受けた出生時体重が非常に軽い新生児では、臍動脈 CRBSI のリスクが増大することが明らかになっている（178）。一方、出生時体重が重く、経静脈的栄養輸液の

投与を受けた新生児では臍静脈 CRBSI のリスクが増大する。なお、いずれの臍カテーテルにおいても、カテーテル留置の期間は感染の独立リスクファクターではない。

CVC

小児の場合には血管の挿入部位が限られているため、カテーテル交換頻度に注意を払う必要がある。小児 ICU 患者における中心静脈カテーテル留置の期間と、合併症の関係を調査するための生存時間解析手法を用いた研究では、調査対象となった全ての患者 (n=397) が、23.7 日間 (中央値) にわたって感染しない状態が継続した (180)。さらに、カテーテル処置の期間と感染の日々の確率との間には全く関係が認められていない ($r=0.21$, $p>0.1$)。このことから、CVC を定期的に交換してもカテーテル関連感染の発生率は低下しないと考えられる (180)。

カテーテル留置箇所のケア

クロルヘキシジン含浸スポンジ (Biopatch™) を小児に使用した場合のデータは限られているが、新生児 705 人を対象にした無作為の比較試験では、標準的なドレッシングを使用した場合と比較して、Biopatch™を使用した新生児ではコロニーが形成されるカテーテル先端件数がかなり減少する (24%対 15%、RR=0.6、95%CI=0.5-0.9) が、感染源のない CRBSI や BSI の発生率には差のないことが報告されている。Biopatch™は、出生時体重が非常に軽い乳児の限局的な接触性皮膚炎と関係している。出生時体重が非常に軽い新生児 98 人のうち 15 名 (15%)、体重 1,000g を超える新生児 237 人のうち 4 名 (1.5%) が、限局的な接触性皮膚炎を起こした ($P<0.0001$)。在胎期間 26 週未満で生後 8 日以下の時点から CVC を使用している乳児では、限局的な接触性皮膚炎を起こすリスクが高いが、対照グループの乳児は同皮膚炎を起こしていない (181)。

成績の指標

CRBSI 削減の成績の指標は次のとおりである：(1) カテーテルの挿入と維持管理を行なう者に対する教育プログラム (教訓的な項目、対話的な項目を含む) の実施、(2) カテーテル留置時における高度無菌バリアプレコーションの導入、(3) 皮膚消毒におけるクロルヘキシジンの使用、(4) 医療管理上カテーテルが不可欠ではなくなった場合に、カテーテルの使用を中止した割合。上記の勧告事項が個々の施設に及ぼす影響については、個々の成績指標に基づき評価する必要がある。

◆成人および小児における血管内カテーテルの留置に関する勧告

この勧告は、血管内カテーテルの使用に伴う感染合併症を削減するためのものである。カテーテル関連感染に関する施設の経験、他の有害なカテーテル関連合併症 (血栓症、出血、気胸等) に関する経験、ならびに血管器具の留置に熟練した医療従事者の有無等に応じてこの勧告を考慮する必要がある。以下の項目について勧告する：(1) 一般に使用される血管内カテーテル、(2) 特定器具、(3) 特殊な状況 (小児患者における血管内カテーテルの使用、経静脈的栄養輸液および血液透析に

おける CVC の使用等)。カテーテル、ドレッシング、点滴セット、液剤の交換頻度についても勧告する（別表 B）。

CDC ならびに HICPAC が公表した先のガイドラインの場合と同じように、本文でも、既存の科学的データ、理論的根拠、適用ならびに経済的な影響に基づき各勧告事項を分類している。なお、CDC /HICPAC 方式の勧告事項の分類システムは次のとおりである：

カテゴリー IA：導入を強く推奨し、良く計画された実験的、臨床的あるいは疫学的な研究により強力に支持された勧告。

カテゴリー IB：導入を強く推奨し、いくつかの実験的、臨床的あるいは疫学的な研究により、強力な理論的根拠により支持された勧告。

カテゴリー IC：米国の州もしくは連邦の規則、規定、基準で義務づけられている事項。

カテゴリー II：導入を推奨し、示唆に富む臨床研究または疫学的研究あるいは理論的根拠により支持された事項。

未解決の課題：根拠が不十分または効果について意見がまとまっていない未解決の課題。

I. 医療従事者の教育とトレーニング

A. 医療従事者に対し、血管内カテーテルの使用、同カテーテルの挿入と維持管理の適正手順、血管内カテーテル関連感染を防止するための適正な感染対策についての教育を行なうこと（39, 43, 45~47, 182~187）。**カテゴリー IA**

B. 血管内カテーテルの挿入と維持管理を行なう者全員がガイドラインを熟知しているか否か、ガイドラインを遵守しているか否かを定期的に評価すること（39, 43, 46, 182, 188）。

カテゴリー IA

C. CRBSI 発生を最小限にするため、ICU 看護スタッフの水準を適正レベルに維持すること（48, 189, 190）。**カテゴリー IB**

II. サーベイランス

A. 各患者の臨床条件に応じて、ドレッシングを損なわずに視診または触診で定期的にカテーテル留置部位を監視すること。患者が挿入部分に圧痛を訴えた場合、明白な原因なしに発熱を起こした場合、または、局所的な BSI を示唆するような他の兆候が認められた場合は該当部分を十分に検査できるようドレッシングを除去すること（1, 191~193）。

カテゴリー IB

B. 患者に対し、カテーテル留置部位に何らかの変化があった場合あるいは新たな不快感が生じた場合は、担当の医療従事者に報告するよう勧めること。**カテゴリー II**

C. カテーテルの挿入と抜去ならびにドレッシング交換の実施担当者、実施日、実施時刻を標準化された書式で記録すること。**カテゴリー II**

D. 日常的にカテーテル先端の培養を行なわないこと（8, 194,195）。**カテゴリー IA**

III. 手の衛生

A. 消毒薬を含む通常の石鹸と流水、もしくは流水を必要としないアルコールジェルまたは

フォームを用いて、しかるべき手の衛生手順を遵守すること。カテーテル挿入部位に触れる前と後、血管内カテーテルの挿入、交換、アクセス、修理、ドレッシング取り扱いの前後には手の衛生手順に従うこと。無菌操作による場合を除き、消毒薬を使用した後で挿入部位の触診を行わないこと（43, 70, 196~200）。**カテゴリー IA**

B. 手袋を使用する場合も、手の衛生手順に従うこと（43, 198, 199）。**カテゴリー IA**

IV. カテーテルの挿入、ケア時における無菌操作法

A. 血管内カテーテルの挿入やケア時には無菌操作を守ること（22, 71, 201, 202）。**カテゴリー IA**

B. 血管内カテーテルの挿入時には、労働安全衛生管理局(OSHA)の血流病原体基準が義務づける、清潔な未滅菌手袋または滅菌手袋を着用のこと。**カテゴリー IC** 末梢血管内カテーテルの挿入に際しては、皮膚に消毒薬を使用した後アクセス部分に触れないことを条件に、滅菌手袋に代わって清潔な未滅菌手袋を使用しても差支えない。ただし、動脈カテーテルおよび中心静脈カテーテルの挿入にあたっては滅菌手袋を着用のこと（201, 203）。**カテゴリー IA**

C. 血管内カテーテルのドレッシング交換時は、清潔な未滅菌手袋または滅菌手袋を着用のこと。**カテゴリー IC**

V. カテーテルの挿入

カテーテルの挿入にあたり、動脈切開あるいは静脈切開を日常的に使用しないこと（204~206）。**カテゴリー IA**

VI. カテーテル留置箇所のケア

A. 皮膚の消毒

1. カテーテルの挿入を行なう前、ならびにドレッシング交換時には適正な消毒薬を用いて皮膚の消毒を行なうこと。2%クロルヘキシジンベースの消毒薬が望ましいが、ヨードチンキ、ヨードフォアあるいは70%アルコールを使用しても差支えない（73, 75, 207, 208）。

カテゴリー IA

2. 生後2ヶ月未満の乳児に対するクロルヘキシジンの使用は推奨できない。**未解決の課題**

3. カテーテル挿入前に挿入部位に消毒薬を残留させたまま、空気乾燥をすること。ポビドンヨードの場合は、カテーテル挿入前に最低限2分間、乾燥していない状態ではそれ以上の時間にわたって皮膚に残存させること（73, 75, 207, 208）。**カテゴリー IB**

4. カテーテル挿入前、あるいはドレッシング交換時に有機溶剤（アセトン、エーテル等）を使用しないこと（209）。**カテゴリー IA**

VII. カテーテル留置部位のドレッシングによる管理

A. カテーテル挿入部位を被覆するため、滅菌ガーゼもしくは滅菌、透明、半透過性のドレッシング材を使用すること（146, 210~212）。**カテゴリー IA**

B. 治癒の良好なトンネル型のCVC留置部位については、ドレッシングを要さない。**カテゴリー II**

- C. 患者が発汗性である場合、または留置部位に出血あるいは毛細血管性出血がある場合は、透明・半透過性のドレッシング材よりもガーゼによるドレッシングが望ましい（146, 210～212）。**カテゴリー II**
- D. カテーテル留置部位のドレッシングが湿った場合、緩んだ場合、目に見えて汚れた場合は交換のこと（146, 210）。**カテゴリー IB**
- E. 成人患者や青年患者の場合は、個々の患者の状況に応じて、最低週に 1 回の頻度でドレッシング材を交換すること（211）。**カテゴリー II**
- F. 挿入部位（透析カテーテルの場合を除く）の局所的な抗生物質の軟膏やクリームは、真菌感染や抗微生物薬耐性菌の出現を促進する恐れがあるため使用しないこと（107, 213）。**カテゴリー IA**（II.1 の「成人患者と小児患者における中心静脈カテーテル（PICC、血液透析、肺動脈カテーテルを含む）」を参照）
- G. カテーテルを水に浸してはならない。カテーテル内への菌の侵入を防止するための措置を講じた場合（水をかけるときにカテーテルと接続器具が不透過性のカバーで保護されている等）は水をかけても差支えない（214, 215）。**カテゴリー II**

VIII. 血管内カテーテルの選択と交換

- A. IV 治療のタイプと期間を考慮し合併症（感染・非感染）が最小のリスクになるように、カテーテル、挿入手技、挿入部位を選択のこと（22, 55, 59, 216～218）。**カテゴリー IA**
- B. 血管内カテーテルが必須でなくなった場合、速やかに抜去すること（219, 220）。**カテゴリー IA**
- C. 感染を減らす目的だけのために中心静脈カテーテルや動脈カテーテルを定期的に交換しないこと（134, 135, 221）。**カテゴリー IB**
- D. 静脈炎防止のため、成人の患者では少なくとも 72～96 時間毎に末梢静脈カテーテルを交換すること（128）。小児の場合は、合併症（静脈炎、浸潤等）がない限り、IV 治療完了まで末梢静脈カテーテルの交換を行なわないこと（174, 175, 222, 223）。**カテゴリー IB**
- E. 無菌操作を確実に採用できない場合（緊急時におけるカテーテルの挿入等）、48 時間を超えず、かつ可能な限り早期に全カテーテルを交換すること（22, 71, 201, 202）。**カテゴリー II**
- F. 感染源の疑いのあるカテーテルの交換時期は臨床診断に基づき決定すること（発熱以外に感染の兆候が見られない患者の場合は、定期的にカテーテルを交換しないこと等）。菌血症あるいは真菌血症が認められてもカテーテルが感染源である可能性がない場合は、患者の血管内カテーテルを定期的に交換しないこと（224）。**カテゴリー II**
- G. 短期CVCで挿入部位に感染の兆候である化膿巣が認められた場合必ず交換すること（224, 225）。**カテゴリー IB**
- H. 患者が血行動態的に不安定で CRBSI が疑われる場合、全ての CVC を交換すること（224, 225）。**カテゴリー II**
- I. カテーテル関連感染の疑いのある患者では、カテーテル交換時にガイドワイヤー手法を

用いないこと (134, 135)。カテゴリー IB

IX. 点滴セット^{*原文注}、ニードレスシステムおよび経静脈的投与輸液製剤の交換

A. 点滴セット

1. カテーテル関連感染の疑いがある場合もしくは同感染が立証された場合を除き、二次的セットや追加器具を含む点滴セットの交換には最低 72 時間の間隔を設けること (23, 149~151)。カテゴリー IA
2. 血液、血液製剤または脂肪乳剤 (アミノ酸やブドウ糖と組み合わせた三種類の混合タイプのもの、または単独注入するもの) の投与に使用する点滴ラインは、注入開始から 24 時間以内に交換する (158, 226~229)。カテゴリー IB
溶液がブドウ糖とアミノ酸以外のものを含まない場合、点滴セットの交換間隔は 72 時間で差支えない (226)。カテゴリー II
3. プロポフォール^{*9}の注入に使用する点滴ラインは、メーカーの推奨に従い、使用状況に応じて、6 時間毎または 12 時間毎に交換のこと (230)。カテゴリー IA

B. ニードレス血管内器具

1. ニードレス血管内器具の部品の交換は、最低限、点滴セットの交換頻度と同じ頻度で実施のこと (160~162, 164~167)。カテゴリー II
2. キャップの交換は、最低 72 時間毎もしくはメーカーの推奨内容に従い実施のこと (160, 162, 165, 166)。カテゴリー II
3. システムの全ての部品は、システム内の漏出、破損を最小限に抑えることができるものであること (163)。カテゴリー II
4. 適正な消毒薬でアクセスポートを拭き、滅菌された器具以外のものでアクセスポートにアクセスしないよう注意して汚染リスクを最小限とすること (162, 163, 165)。カテゴリー IB

C. 経静脈的投与輸液製剤

1. 脂質を含む輸液製剤 (3-in-1 注射溶液^{*10}) の場合は吊り下げ開始から 24 時間以内に注入を完了のこと (156~158, 226, 229)。カテゴリー IB
2. 脂肪乳剤単独注入の場合は、吊り下げ開始から 12 時間以内に注入を完了のこと。量が多いために 12 時間以内に完了できない場合は、24 時間以内に注入を完了のこと (156~158)。カテゴリー IB
3. 血液または血液製剤を注入する場合は、吊り下げ開始から 4 時間以内に注入を完了のこと (231~234)。カテゴリー II

*原文注：点滴セットには、液剤容器に刺入する針から血管アクセス器具のハブまでの部分を含む。ただし、短い延長管をカテーテルに接続している場合があり、点滴セット交換時には、一貫した無菌操作の関係でこれをカテーテルの一部と見なす。

*9 監訳者注：静脈内投与全身麻酔薬の 1 種。本邦では 1%ディプリバン注TMとして発売されている。

*10 監訳者注：3-in-1 にはアミノ酸、糖質、脂質の 3 者を含む。

4. 他の経静脈的投与輸液製剤の吊り下げの時間に関して勧告を行なうことはできない。未解決の課題

X. IV 注入ポート

- A. 輸液システムにアクセスする前に 70%アルコールまたはヨードフォアで注入ポートを消毒のこと (164, 235, 236)。カテゴリー IA
- B. 使用しないときは全ての活栓にキャップをすること (235)。カテゴリー IB

XI. IV 混合剤の調整と品質管理

- A. 所定の経静脈的投与輸液製剤は全て、薬剤部において、無菌操作を用いて、層流フード*¹¹内で混合のこと (237, 238)。カテゴリー IB
- B. 目視で確認できる濁り、漏出、割れ目、粒子状の物質が認められる経静脈的投与輸液製剤の容器、およびメーカー指定の使用期限が切れたパックは使用しないこと (237)。カテゴリー IB
- C. 静脈内投与の添加剤または薬剤には可能な限り 1 回用量バイアルを使用のこと (237, 239)。カテゴリー II
- D. 1 回用量バイアルの内容物の残りを混合して使用しないこと (237, 239)。カテゴリー IA
- E. 多用量バイアルを使用する場合
1. メーカーが推奨している場合は、開封後多用量バイアルを冷蔵のこと。カテゴリー II
 2. 多用量バイアルに器具を挿入する際は、事前に、バイアルのアクセス膜を 70%アルコールで消毒のこと (236)。カテゴリー IA
 3. 多用量バイアルにアクセスする際は、滅菌済みの器具を使用し、アクセス膜貫通前に器具が接触汚染しないよう配慮のこと (235, 240)。カテゴリー IA
 4. 多用量バイアルの無菌性が損なわれたときは同バイアルを廃棄すること (235, 240)。カテゴリー IA

XII. インラインフィルター

- 感染予防目的で日常的にフィルターを使用しないこと (80, 241)。カテゴリー IA

XIII. IV 治療に携わる医療従事者

- 血管内カテーテルの挿入および維持管理は訓練を受けた医療従事者に担当させること (46, 47, 210, 242)。カテゴリー IA

XIV. 予防的な抗菌薬の投与

- カテーテルの菌の定着または BSI を防止するため、血管内カテーテルの使用前あるいは使用中に予防的な抗菌剤の鼻腔内投与または全身投与を日常的に行なわないこと (97, 98, 108, 243)。カテゴリー IA

*11 監訳者注：無菌調剤用クリーンベンチがこれに相当する。

成人患者と小児患者における末梢静脈カテーテル（中間カテーテルを含む）

I. 末梢カテーテルの選択

- A. 使用目的と使用期間、既知の合併症（静脈炎、浸潤等）、カテーテルを操作する者の経験等を基準にカテーテルを選択すること（67, 68, 244）。**カテゴリー IB**
- B. 血管外に漏出した場合、組織の壊死につながる可能性のある液剤、薬剤の投与に金属針を使用しないこと（67, 68）。**カテゴリー IA**
- C. IV 治療の期間が 6 日を超える可能性が高い場合は、中間カテーテルもしくは PICC を使用すること（244）。**カテゴリー IB**

II. 末梢カテーテルの挿入部位の選択

- A. 成人の場合は、下肢ではなく上肢を挿入部位とすること。カテーテルが下肢に挿入されている場合は、可能な限り早期に上肢に留置し直すこと（67, 245）。**カテゴリー IA**
- B. 小児患者の場合は、手、足、背もしくは頭皮にカテーテルを挿入すること。**カテゴリー II**
- C. カテーテルの交換
 - 1. ドレッシング越しの触診による圧痛診断、加えて透明なドレッシング材を使用している場合は、視診により毎日カテーテル挿入部位をチェックすること。患者に感染を示す臨床的な兆候がない限り、ガーゼドレッシングや半透明なドレッシング材を除去しないこと。患者に局所的な圧痛や CRBSI の可能性を示す兆候があった場合、半透明ドレッシング材を除去し、該当部位を視診でチェックのこと。**カテゴリー II**
 - 2. 患者に静脈炎（ほてり、圧痛、紅斑、触診可能な索状静脈等）、感染あるいはカテーテルの機能不全の兆候が認められた場合は、末梢静脈カテーテルを抜去すること（66）。**カテゴリー IB**
 - 3. 成人の場合、静脈炎のリスクを軽減するためショートタイプの末梢静脈カテーテルは、少なくとも 72～96 時間毎に交換すること。静脈へのアクセス部位が限られており、静脈炎や感染の兆候が認められない場合は、患者と挿入部位を十分に監視することを条件として、長期にわたり末梢静脈カテーテルを留置しても差支えない（66, 128, 246）。**カテゴリー IB**
 - 4. 感染リスクを軽減するため、中間カテーテルを定期的に交換してはならない（131）。**カテゴリー IB**
 - 5. 小児患者の場合は、合併症（静脈炎、浸潤等）が起こらない限り IV 治療完了まで末梢静脈カテーテルを留置したままにすること（174, 175, 222, 223）。**カテゴリー IB**

III. カテーテルとカテーテル留置部位のケア

- 末梢静脈カテーテルの挿入部位に予防的な局所抗菌剤や消毒薬の軟膏／クリームを日常的に使用しないこと（107, 213）。**カテゴリー IA**

成人患者と小児患者における中心静脈カテーテル（PICC、血液透析カテーテル、肺動脈カテーテルを含む）

I. サーベイランス

A. CRBSI 発生率の把握、CRBSI 発生率の傾向の監視、感染対策業務のミスを明確にするため、ICU 患者ならびに他の患者についてサーベイランスを行なうこと（3, 12, 16, 247～250）。**カテゴリー IA**

B. 相当する患者と医療環境の全国データとの比較を容易に行えるよう、成人患者と小児患者の ICU のデータを、1,000 カテーテル挿入日あたりのカテーテル関連 BSI 件数で表すとともに、新生児 ICU については出生時体重別に階層化すること（3, 12, 16, 247～250）。

カテゴリー IB

C. 予期しない生命にかかわる結果、または致命的な結果を引き起こした出来事を調査すること。これには、その再発が有害な結果を生ずるとされるいかなる過程変化を含む（13）。

カテゴリー IC

II. 一般事項

A. 患者の管理に必要な最小限のポート数またはルーメン数の CVC を使用する（251～254）。

カテゴリー IB

B. CRBSI 発生率を低下させるために総合的な対策を実施したにもかかわらず、CRB 発生率が依然として基準率（表 2）や地域の要因に基づき施設が設定した目標を上回る場合や、カテーテルの留置期間が 5 日を超えると予想される成人患者に対しては、抗菌剤または消毒薬を含有させた CVC を使用すること。上記の総合的な対策には次の三つの要素を含むものとする：カテーテルの挿入と維持管理を行なう医療従事者に対する教育、高度無菌バリアプレコーションの導入、CVC 挿入時の皮膚消毒に 2%クロルヘキシジン製剤を使用（84～86, 90,）

91,255)。**カテゴリー IB**

C. 小児における薬剤含浸済みのカテーテルの使用に関して勧告はない。**未解決の課題**

D. カテーテル挿入を行なう医療従事者の実習指導には、カテーテルの挿入に関するトレーニングを受け、同挿入に有能な医療従事者を指名すること（39, 43, 46, 182, 187, 188）。

カテゴリー IA

E. 長期的かつ断続的な血管アクセスを必要とする患者には、完全埋込みタイプのアクセス器具を用いること。頻繁かつ連続的なアクセスを必要とする患者には PICC もしくはトンネル型の CVC が望ましい（256, 257）。**カテゴリー II**

F. 一時的アクセスの期間が延長される（3 週間以上等）ことが予想される場合、透析にはカフ付きの CVC を用いること（144, 258）。**カテゴリー IB**

G. 透析用の恒久的アクセスを必要とする場合は、CVC に代えて動静脈瘻またはグラフトを用いること（142）。**カテゴリー IB**

H. 採血や血液透析以外の目的に血液透析カテーテルを使用しないこと（透析時または緊急

時を除く)。カテゴリー II

- I. カテーテル挿入後、透析時間終了毎に、メーカーの推奨事項から見て血液透析カテーテルの材質との間に相互作用がない場合、血液透析カテーテルの出口部分にはポビドンヨード製剤の軟膏を使用すること (103, 114, 144)。カテゴリー II

III. カテーテル挿入部位の選択

- A. 感染合併症の発生低減のために推奨部位に器具を留置することのリスクとメリット、ならびに機械的合併症のリスク（気胸、鎖骨下動脈穿刺、鎖骨下静脈破裂、鎖骨下静脈狭窄、血胸、血栓、気血、カテーテル誤留置等）を比較検討すること (22, 55, 59, 218)。カテゴリー IA
- B. 成人患者の場合は、非トンネルタイプの CVC 留置に伴う感染リスクを最低限にするため、（頸部あるいは大腿骨ではなく）鎖骨下部分を使用すること (22, 55, 59, 60)。カテゴリー IA
- C. 非トンネルタイプの CVC の感染リスクを最小限にするうえで、望ましい挿入部位に関して勧告を行なうことはできない (61~63)。未解決の課題
- D. 血液透析やフェレーシス^{*12}を目的とするカテーテルは、カテーテルのアクセスが必要な場合の静脈狭窄を避けるために鎖骨下静脈ではなく、頸静脈または大腿静脈に留置のこと (256~263)。カテゴリー IA

IV. カテーテル挿入時の高度無菌バリアプレコーション

- A. CVC (PICC を含む) 挿入時またはガイドワイヤー交換時には、帽子、マスク、滅菌ガウン、滅菌手袋、大型の滅菌ドレープを用いて無菌操作で行うこと (22, 71)。カテゴリー IA
- B. 肺動脈カテーテル挿入時には保護のための滅菌済みのスリーブを使用すること (148)。カテゴリー IB

V. カテーテルの交換

- A. カテーテル関連感染を予防するため、CVC、PICC、血液透析カテーテル、肺動脈カテーテルをルーチンに交換しないこと (132, 134, 135)。カテゴリー IB
- B. 発熱のみを根拠に CVC や PICC を除去しないこと。他所で感染が証明された場合または感染以外の原因による発熱が疑われた場合、カテーテル抜去の是非については、臨床的な判断を行なうこと (224, 264)。カテゴリー II
- C. ガイドワイヤーを用いたカテーテル交換法
 1. 非トンネルタイプのカテーテルでは感染を防止するため、ガイドワイヤーを用いたカテーテル交換をルーチンに行なわないこと (135, 265)。カテゴリー IB
 2. 感染の証拠が存在しない場合、機能不全の非トンネルタイプのカテーテル交換にはガイドワイヤーを用いた交換法を行うこと (135, 265)。カテゴリー IB

*12 監訳者注：血漿交換療法 plasma pheresis などがこれにあたる。

3. ガイドワイヤーを用いた交換法を行なう場合、新しいカテーテルを扱う時点で新しい滅菌手袋に交換すること (22, 71)。**カテゴリー II**

VI. カテーテルとカテーテル留置部位のケア

A. 一般事項

経静脈的投与栄養輸液製剤の投与にマルチルーメンのカテーテルを使用する場合は、高カロリー輸液専用のポートを1つ設定すること (266)。**カテゴリー II**

B. 抗生物質ロック溶液

CRBSI を防止するため、抗生物質ロック溶液をルーチンに使用しないこと。予防的抗生物質ロック溶液は、特殊な状況（最大限の無菌操作適用にもかかわらず何度も CRBSI の経歴を持つ患者に対する長期的なカフ付きカテーテル、またはトンネルタイプのカテーテルまたはポートを用いた治療等）に限り使用すること (115, 116, 267, 268)。**カテゴリー II**

C. カテーテル留置箇所のドレッシング管理

1. カテーテル留置部位のドレッシングが湿った場合、緩んだ場合、汚れた場合、または留置部位の検査が必要となった場合はこれを交換すること (65, 146, 211)。**カテゴリー IA**
2. 短期 CVC に使用するガーゼドレッシング材は 2 日毎に、同透明ドレッシング材は最低限 7 日毎に交換のこと（カテーテル除去のリスクがドレッシング交換のメリットより重要視されるべき小児患者の場合を除く）(211)。**カテゴリー IB**
3. トンネルタイプまたはインプラントタイプの CVC に使用するドレッシングは、挿入部分が治癒するまで、週に 1 度の割合で交換のこと (211)。**カテゴリー IB**
4. 長期のカフ付きトンネルタイプ CVC の、よく治癒した出口部分のドレッシングの必要性に関して勧告を行なうことはできない。**未解決の課題**

D. 感染発生率を低減する目的でクロルヘキシジンのスポンジドレッシング材を使用することに関して勧告を行なうことはできない。**未解決の課題**

E. 生後 7 日未満および在胎期間 26 週未満で出生した新生児には、クロルヘキシジンのスポンジドレッシング材を使用しないこと (181)。**カテゴリー II**

F. 無縫合固定器具の使用に関しては勧告を行なうことはできない。**未解決の課題**

G. カテーテル部位のケアはカテーテルの材質に適合するものであること (109, 110)。**カテゴリー IB**

H. 肺動脈カテーテルには必ず無菌スリーブを使用のこと (148)。**カテゴリー IB**

成人患者と小児患者における末梢動脈カテーテルと血圧モニタ器具に関する追加勧告

I. 血圧モニタシステムの選択

再使用可能タイプではなく、可能な限り使い捨てタイプのトランスデューサーアセンブリ

ーを使用のこと（269～273）。**カテゴリー IB**

II. カテーテルおよび血圧モニタシステムの交換

- A. カテーテル関連感染防止のため、末梢動脈カテーテルをルーチンに交換しないこと（132, 147, 221, 274）。**カテゴリー II**
- B. 使い捨てトランスデューサーおよび再使用可能なトランスデューサーは、96 時間間隔で交換のこと。血圧モニタシステムの他のコンポーネント（連結管、連続フラッシュ器具、フラッシュ溶液を含む）もトランスデューサー交換時に交換すること（22, 270）。**カテゴリー IB**

III. 血圧モニタリングシステムのケア

- A. 一般事項
 - 1. 血圧モニタリングシステムの全てのコンポーネント（較正用の器具やフラッシュ用の水溶液を含む）を無菌に維持すること（269, 275～277）。**カテゴリー IA**
 - 2. 血圧モニタリングシステムの操作回数と同回路への進入を最低限にすること。血圧モニタリングカテーテルの開通性の維持には、開放式のフラッシュシステム（シリンジと活栓を必要とするもの等）ではなく、閉鎖式のフラッシュシステム（持続フラッシュシステム等）を用いること（272, 278）。**カテゴリー II**
 - 3. 活栓ではなく隔壁となる膜経由で血圧モニタシステムにアクセスする場合、アクセスに先立ち適正な消毒薬で隔壁となる膜を拭くこと（272）。**カテゴリー IA**
 - 4. 血圧モニタ回路を通じてブドウ糖含有溶液あるいは、経静脈的投与栄養輸液製剤を投与しないこと（272, 279, 280）。**カテゴリー IA**
- B. 血圧モニタシステムの滅菌ならびに消毒
 - 1. 使い捨てタイプのトランスデューサーを使用すること（272, 279～282）。**カテゴリー IB**
 - 2. 使い捨てタイプのトランスデューサーを使用できない場合は、メーカーの指示に従い、再使用可能なタイプのトランスデューサーを滅菌すること（272, 279～282）。**カテゴリー IA**

臍カテーテルに関する勧告

I. カテーテルの交換

- A. CRBSI、血管の機能不全あるいは血栓症の兆候が認められた場合、臍動脈カテーテルを抜去し、交換は行なわないこと（283）。**カテゴリー II**
- B. CRBSI または血栓症の兆候が認められた場合、臍静脈カテーテルを抜去し、交換は行なわないこと（283）。**カテゴリー II**
- C. 感染の疑いがある臍静脈カテーテルを通じた治療に関しては、勧告を行なうことはできない。**未解決の課題**
- D. 臍静脈カテーテルは、同カテーテルに機能不全があった場合に限り交換すること。**カテ**

ゴリー II

II. カテーテル部位のケア

- A. 臍カテーテルを挿入する際は、事前に挿入部位を消毒薬で拭くこと。新生児の場合、甲状腺に影響を及ぼす恐れがあるため、ヨードチンキを使用しないこと。ヨウ素を含む他の製品（ポビドンヨード等）は使用可（75、 177, 178, 284, 285）。**カテゴリー IB**
- B. 臍カテーテルの挿入部位に局所的な抗生物質の軟膏やクリームを用いると、真菌感染や抗菌薬耐性菌の出現を助長する可能性があるため、使用しないこと（107, 213）。**カテゴリー IA**
- C. 臍動脈カテーテル経由で注入する輸液製剤には、低濃度のヘパリン（0.25～1.0 IU/ml）を添加すること（286～288）。**カテゴリー IB**
- D. 不要になったとき、または、下肢血管の機能不全の兆候が認められたときは、できるだけ早く臍カテーテルを抜去すること。臍動脈カテーテルの場合、留置期間は 5 日未満とするのが望ましい（283, 289）。**カテゴリー II**
- E. 不要になったときは臍静脈カテーテルをできるだけ早く抜去すること。ただし、無菌管理を行なった場合は、最大 14 日間使用可である（290, 291）。**カテゴリー II**

別表 A

カテーテル関連感染の臨床定義の例

カテーテルの局所的な菌の定着

カテーテル先端、カテーテルの皮下部分もしくはカテーテルのハブからの微生物の著しい増加

出口部分の感染

随伴する血流感染（BSI）や化膿のないカテーテルの出口部分から 2cm 以内における紅斑または硬結

臨床的な出口部分の感染（トンネル感染）

カテーテル箇所から 2cm 以上離れた、トンネルカテーテル（Hickman または Broviac）の皮下経路沿いの圧痛、紅斑、硬化で随伴する BSI のないもの

ポケット感染

完全埋込み型血管内カテーテルの、皮下ポケット内の化膿液で、自然破裂とドレナージまたは上部の皮膚の壊死を伴うもの、または、これらを伴わないもので、随伴する BSI のないもの

注入液関連 BSI

注入液と血液培養（経皮的に引き出したものが望ましい）からの同一病原体の一致した増殖で、他に確認可能な感染源のないもの

カテーテル関連 BSI

血管内カテーテルを使用する患者における菌血症／真菌血症で、末梢静脈から採取した陽性の血液培養（少なくとも 1 つ）、感染の臨床的兆候（発熱、悪寒、および／または低血圧等）、およびカテーテル以外に BSI の明らかな感染源が存在しないことという条件を備えたもの。以下の何れかに該当すること：半定量的（ >15 CFU/カテーテルセグメント）または定量的な（ $>10^3$ CFU/カテーテルセグメントカテーテル）培養陽性で同一菌（種および抗菌薬感受性）がカテーテル・セグメントと末梢血から分離されること、または、CVC と末梢の同時定量的血液培養の結果の比率が $\geq 5:1$ であること、または、CVC 培養と末梢血培養の陽性時間差が 2 時間を超えること。

一次 BSI の調査定義 -米国病院感染調査組織 (National Nosocomial Infection Surveillance System)

検査で確認された BSI

以下の何れかの基準に適合のこと：

基準 1：患者が単数または複数の血液培養から培養されて認識された病原体を有しており、血液から培養されたその病原体は他の部位の感染と無関係であること。

基準 2：患者に次の兆候や症状の何れかが認められること：発熱 ($>100.4^{\circ}\text{F}$ [$>38^{\circ}\text{C}$])、悪寒または低血圧、および以下の何れか：

1. 一般的な皮膚の汚染物質（類ジフテリア^{*13}、バチルス属菌、プロピオニバクテリウム属菌、コアグラゼ陰性ブドウ球菌またはマイクロコッカス属菌）で、別々の時期に採取された 2 つ以上の血液培養から培養されたもの。
2. 一般的な皮膚の汚染物質（類ジフテリア、バチルス属菌、プロピオニバクテリウム属菌、コアグラゼ陰性ブドウ球菌またはマイクロコッカス属菌）で、静脈内ラインを有する患者（医師が適正な抗菌治療を実施する患者）からの、最低限 1 つの血液培養から培養されたもの。
3. 血液の抗原試験が陽性（インフルエンザ菌、肺炎球菌、髄膜炎菌、または B 群連鎖球菌）。

および、陽性の試験結果が出た兆候や症状が、他の箇所の感染と無関係の場合。

基準 3：年齢 1 歳未満の患者で、以下の何れかの兆候または症状が認められること：発熱 ($>100.4^{\circ}\text{F}$ [$>38^{\circ}\text{C}$])、低体温症 ($<98.6^{\circ}\text{F}$ [$<37^{\circ}\text{C}$])、無呼吸または除脈、および以下の何れか：

1. 一般的な皮膚の汚染物質（類ジフテリア、バチルス属菌、プロピオニバクテリウム属菌、コアグラゼ陰性ブドウ球菌または小球菌）で、別々の機会に引き出された 2 つ以上の血液培養から培養されたもの。
2. 一般的な皮膚の汚染物質（類ジフテリア、バチルス属菌、プロピオニバクテリウム属菌、コアグラゼ陰性ブドウ球菌またはマイクロコッカス属菌）で、静脈内ラインを有する患者（医師が適正な抗菌治療を実施する患者）からの最低限 1 つの血液培養から培養されたもの。
3. 血液の抗原試験が陽性（インフルエンザ菌、肺炎球菌、髄膜炎菌、または B 群連鎖球菌）。

および、陽性の試験結果が出た兆候や症状が他の箇所の感染と無関係。

臨床的敗血症

以下の何れかの基準に適合のこと：

基準 1：他に認識された原因なしで、患者に以下の何れかの臨床兆候が認められること：発熱 ($>100.4^{\circ}\text{F}$ [$>38^{\circ}\text{C}$])、低血圧（収縮期圧 $<90\text{ mmHg}$ ）、または乏尿 ($<20\text{ ml/時}$)、および血液培

*13 監訳者注：類ジフテリア (diphtheroid) は動物からよく分離されるジフテリア菌と同じ、コリネバクテリウム属菌の偽ジフテリア菌、ゼローシス菌などを指し、ジフテリア菌との鑑別を要する。

養が行なわれていない、または、血液中に菌や抗原が検出されておらず、他の箇所に明確な感染がなく、医師が適正な敗血症の治療を実施している。

基準 2：年齢 1 歳未満の患者で、他に認識された原因なしで以下の何れかの臨床兆候または症状が認められること：発熱 (>100.4° F[>38°C])、低体温症 (<98.6° F[<37°C])、無呼吸または徐脈、および血液培養が行なわれていない、または、血液中に菌や抗原が検出されておらず、他の箇所に明確な感染がなく、医師が適正な敗血症の治療を実施している。

カテーテル関連 BSI

定義は以下のとおり：

- 心臓または何れかの大血管で終了またはこれらに近接して終了する血管アクセス器具。臍動脈カテーテルおよび静脈カテーテルは中心ラインと見なす。
- BSI 発生前の 48 時間中に中心ラインが使用されていた場合、その BSI は同中心ラインに関連するものと見なす。感染発症と器具使用との間隔が 48 時間よりも長い場合は、説得力のある証拠がない限り、その感染が中心ラインに関連するものとは見なさない。

動脈感染と静脈感染

動静脈のグラフト、シャント、動静脈瘻、血管カニューレーションを含める。以下の何れかの基準に適合のこと：

基準 1：患者は外科手術中に抜去された動脈または静脈から培養された菌を有し、血液培養が行なわれていない、または、血液から菌が培養されていない。

基準 2：外科手術中または組織病理学的検査で患者に動脈感染、または、静脈感染の証拠が認められた。

基準 3：他に認識された原因なしで、患者に以下の何れかの兆候、または、症状が認められること：発熱 (>100.4° F[>38°C])、痛み、紅斑、または、関与する血管部位の熱および血管カニューレ先端からの半定量的培養法による培養が 15 CFU を超え、および、血液培養が行なわれていない、または、血液から菌が培養されていない。

基準 4：患者の関与血管に化膿によるドレナージがあり、および、血液培養が行なわれていない、または、血液から菌が培養されていない。

基準 5：年齢 1 歳未満の患者で、他に認識された原因なしで、以下の何れかの臨床兆候、または、症状が認められること：発熱 (>100.4° F[>38°C])、低体温症 (<98.6° F[<37°C])、無呼吸、徐脈、傾眠、または痛み、紅斑、または、関与する血管部位の熱および血管カニューレ先端からの半定量的培養法による培養が 15 コロニーを超え、および、血液培養が行なわれていない、または、血液から菌が培養されていない。

別表 B

推奨されるカテーテル、ドレッシング、点滴セット、輸液剤についての交換頻度のまとめ

カテーテル	器具の交換と位置変更	カテーテル部位のドレッシング交換	点滴セットの交換	経静脈的投与輸液剤の吊下げ時間
末梢静脈カテーテル	<ul style="list-style-type: none"> ・成人の場合、最低限 72～96 時間の間隔をあけてカテーテル交換と位置変更を行なうこと。 ・緊急的に挿入されたカテーテルについては、48 時間以内にこれを抜去し、新しいカテーテルを位置を変えて挿入のこと。 ・小児患者の場合は、臨床的な指示がない限り、末梢カテーテルを交換しないこと。 	<ul style="list-style-type: none"> ・カテーテルを抜去または交換した場合 ・ドレッシングが湿った場合、緩んだ場合、汚れた場合にドレッシングを交換。 ・発汗性の患者では、もっと頻繁にドレッシングを交換すること。 ・カテーテル挿入部の触診あるいは直接視診を妨げるような大型で分厚いドレッシングを使用している場合は、少なくとも日に 1 度の割合でドレッシングを除去して視診を行ない、新しいドレッシングを包交する。 	<ul style="list-style-type: none"> ・臨床上の指示がない限り、最低 72 時間以上の間隔をあけて付加的器具も含めて静脈管を交換のこと。 ・血液、血液製剤または脂肪乳剤の投与に使用した管は、注入開始から 24 時間以内に交換する。間欠的な注入に用いる管については推奨事項なし。 ・カテーテルに接続した短い延長チューブも器具の一部と見なすこと。 ・したがって、カテーテル交換時には、この種の延長チューブも交換する。 	<ul style="list-style-type: none"> ・静注液剤（脂質を含まない経静脈的投与輸液製剤を含む）の吊下げ時間については推奨事項なし。 ・脂質を含む経静脈的投与輸液製剤（3-in-1 製剤等）の場合は、同液の注入開始から 24 時間以内に注入を完了する。 ・脂肪乳剤単独の場合は、注入開始から 12 時間以内に注入を完了する。 ・血液製剤については、注入開始から 4 時間以内に注入を完了する。
中間カテーテル	カテーテルの交換頻度に関する推奨事項なし。	同上	同上	同上
末梢動脈カテーテル	<ul style="list-style-type: none"> ・成人の場合、カテーテル関連感染防止のために定期的に交換。 ・小児患者の場合、カテーテル交換頻度に関する推奨事項なし。 ・ディスプレイ・タイプまたは再使用可能 	カテーテル交換時、またはドレッシングが湿った時、緩んだ時あるいは汚れた時、またはドレッシング部分の検査が必要になった時にドレッシングを交換。	トランスデューサー交換時（72 時間間隔等）に静脈内チューブを交換する。	トランスデューサー交換時（72 時間間隔等）にフラッシュ溶液を交換する。

	<p>なトランスデューサーは 72 時間間隔で交換のこと。</p> <p>・トランスデューサー交換時には連続式フラッシュ器具も交換のこと。</p>			
<p>中心静脈カテーテル（末梢から挿入する中心静脈カテーテルおよび血液透析カテーテルを含む）</p>	<p>定期的な交換は行なわないこと。</p>	<p>・短期カテーテルに使用するガーゼのドレッシングは 2 日毎に、</p> <p>・同透明ドレッシングは 7 日毎に交換のこと。</p> <p>・ドレッシングは、カテーテル交換時、またはドレッシングが湿った時、緩んだ時あるいは汚れた時、またはドレッシング部分の検査が必要になった時に交換。</p>	<p>・静脈チューブおよび追加器具の交換には最低限 72 時間の間隔をあげることに。</p> <p>・血液製剤または脂肪乳剤の投与に使用する管は、注入開始から 24 時間以内に交換。</p>	<p>・静注液剤（脂質を含まない経静脈的投与輸液製剤を含む）の吊下げ時間については推奨事項なし。</p> <p>・脂質を含む経静脈的投与輸液製剤の場合は、注入開始から 24 時間以内に注入を完了のこと。</p>
<p>肺動脈カテーテル</p>	<p>カテーテル関連感染防止のためカテーテル交換は行なわないこと。</p>	<p>同上</p>	<p>同上</p>	<p>同上</p>
<p>臍カテーテル</p>	<p>カテーテルの定期的な交換は行なわないこと。</p>	<p>適用なし</p>	<p>・静脈チューブおよびアドオン器具の交換には最低限 72 時間の間隔をあげることに。</p> <p>・血液製剤または脂肪乳剤の投与に使用する管は、注入開始から 24 時間以内に交換。</p>	<p>・静注液剤（脂質を含まない経静脈的投与輸液製剤を含む）の吊下げ時間については推奨事項なし。</p> <p>・脂質を含む経静脈的投与輸液製剤の場合は、注入開始から 24 時間以内に注入を完了のこと。</p> <p>・非トンネル型のカテーテル、トンネル型のカテーテル、完全埋込み型器具を含む。</p>

References

1. Pearson ML. Guideline for prevention of intravascular device-related infections. Part I. Intravascular device-related infections: an overview. The Hospital Infection Control Practices Advisory Committee. *Am J Infect Control* 1996;24:262-77.
2. Mermel LA. Prevention of intravascular catheter-related infections. *Ann Intern Med* 2000;132:391-402.
3. CDC. National Nosocomial Infections Surveillance (NNIS) System report, data summary from October 1986-April 1998, issued June 1998. *Am J Infect Control* 1998;26:522-33.
4. Digiovine B, Chenoweth C, Watts C, Higgins M. The attributable mortality and costs of primary nosocomial bloodstream infections in the intensive care unit. *Am J Respir Crit Care Med* 1999;160:976-81.
5. Rello J, Ochagavia A, Sabanes E, et al. Evaluation of outcome of intravenous catheter-related infections in critically ill patients. *Am J Respir Crit Care Med* 2000;162:1027-30.
6. Soufir L, Timsit JF, Mahe C, Carlet J, Regnier B, Chevret S. Attributable morbidity and mortality of catheter-related septicemia in critically ill patients: a matched, risk-adjusted, cohort study. *Infect Control Hosp Epidemiol* 1999;20:396-401.
7. Collignon PJ. Intravascular catheter associated sepsis: a common problem. The Australian Study on Intravascular Catheter Associated Sepsis. *Med J Aust* 1994;161:374-8.
8. Pittet D, Tarara D, Wenzel RP. Nosocomial bloodstream infection in critically ill patients. Excess length of stay, extra costs, and attributable mortality. *JAMA* 1994;271:1598-601.
9. 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.
10. Mermel LA. Correction: catheter related bloodstream-infections. *Ann Intern Med* 2000;133:395.
11. Kluger DM, Maki DG. The relative risk of intravascular device related bloodstream infections in adults [Abstract]. In: Abstracts of the 39th Interscience Conference on Antimicrobial Agents and Chemotherapy. San Francisco, CA: American Society for Microbiology, 1999:514.
12. CDC. National Nosocomial Infections Surveillance (NNIS) System

report, data summary from January 1990-May 1999, issued June 1999.

Am J Infect Control 1999;27:520-32.

13. Joint Commission on the Accreditation of Healthcare Organizations.

Accreditation manual for hospitals. In: Joint Commission on the Accreditation of Healthcare Organizations, ed. Chicago, IL: Joint Commission on the Accreditation of Healthcare Organizations, 1994:121-40.

14. CDC. National Nosocomial Infections Surveillance (NNIS) System

report, data summary from January 1992-June 2001, issued August 2001. Am J Infect Control 2001;6:404-21.

15. Schaberg DR, Culver DH, Gaynes RP. Major trends in the microbial etiology of nosocomial infection. Am J Med 1991;91(suppl):S72-S75.

16. Banerjee SN, Emori TG, Culver DH, et al. Secular trends in nosocomial primary bloodstream infections in the United States, 1980-1989.

National Nosocomial Infections Surveillance System. Am J Med 1991;91(suppl):S86-S89.

17. Pfaller MA, Jones RN, Messer SA, Edmond MB, Wenzel RP. National surveillance of nosocomial blood stream infection due to *Candida albicans*: frequency of occurrence and antifungal susceptibility in the SCOPE Program. Diagn Microbiol Infect Dis 1998;31:327-32.

18. Pfaller MA, Jones RN, Messer SA, Edmond MB, Wenzel RP. National surveillance of nosocomial blood stream infection due to species of *Candida* other than *Candida albicans*: frequency of occurrence and antifungal susceptibility in the SCOPE Program. Diagn Microbiol Infect Dis 1998;30:121-9.

19. Nguyen MH, Peacock JE Jr., Morris AJ, et al. The changing face of candidemia: emergence of non-*Candida albicans* species and antifungal resistance. Am J Med 1996;100:617-23.

20. Fridkin SK, Gaynes RP. Antimicrobial resistance in intensive care units. Clin Chest Med 1999;20:303-16.

21. Maki DG, Weise CE, Sarafin HW. A semiquantitative culture method for identifying intravenous-catheter-related infection. N Engl J Med 1977;296:1305-9.

22. 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(suppl):S197-S205.

23. 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. *Parenter Enteral Nutr* 1985;9:322-5.

24. Linares J, Sitges-Serra A, Garau J, Perez JL, Martin R. Pathogenesis of catheter sepsis: a prospective study with quantitative and semiquantitative cultures of catheter hub and segments. *J Clin Microbiol* 1985;21:357-60.

25. Raad II, 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. *J Infect Dis* 1993;168:400-7.

26. Maki DG. Infections associated with intravascular lines. In: Remington JS, ed. *Current Clinical Topics in Infectious Diseases*. New York: McGraw-Hill, 1982:309-63.

27. 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.

28. Ashkenazi S, Weiss E, Drucker MM, Bodey GP. Bacterial adherence to intravenous catheters and needles and its influence by cannula type and bacterial surface hydrophobicity. *J Lab Clin Med* 1986;107:136-40.

29. Locci R, Peters G, Pulverer G. Microbial colonization of prosthetic devices. IV. Scanning electron microscopy of intravenous catheters invaded by yeasts. *Zentralbl Bakteriol Mikrobiol Hyg [B]* 1981;173:419-24.

30. Locci R, Peters G, Pulverer G. Microbial colonization of prosthetic devices. I. Microtopographical characteristics of intravenous catheters as detected by scanning electron microscopy. *Zentralbl Bakteriol Mikrobiol Hyg [B]* 1981;173:285-92.

31. Nachnani GH, Lessin LS, Motomiya T, Jensen WN, Bodey GP. Scanning electron microscopy of thrombogenesis on vascular catheter surfaces. *N Engl J Med* 1972;286:139-40.

32. Stillman RM, Soliman F, Garcia L, Sawyer PN. Etiology of catheter-associated sepsis. Correlation with thrombogenicity. *Arch Surg* 1977;112:1497-9.

33. Herrmann M, Lai QJ, Albrecht RM, Mosher DF, Proctor RA. Adhesion of *Staphylococcus aureus* to surface-bound platelets: role of fibrinogen/fibrin and platelet integrins. *J Infect Dis* 1993;167:312-22.
34. 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.
35. Ludwicka A, Uhlenbruck G, Peters G, et al. Investigation on extracellular slime substance produced by *Staphylococcus epidermidis*. *Zentralbl Bakteriol Mikrobiol Hyg* 1984;258:256-67.
36. Gray ED, Peters G, Versteegen M, Regelman WE. Effect of extracellular slime substance from *Staphylococcus epidermidis* on the human cellular immune response. *Lancet* 1984;1:365-7.
37. Farber BF, Kaplan MH, Clogston AG. *Staphylococcus epidermidis* extracted slime inhibits the antimicrobial action of glycopeptide antibiotics. *J Infect Dis* 1990;161:37-40.
38. 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.
39. Sherertz RJ, Ely EW, Westbrook DM, et al. Education of physicians in-training can decrease the risk for vascular catheter infection. *Ann Intern Med* 2000;132:641-8.
40. 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.
41. Sanders RA, Sheldon GF. Septic complications of total parenteral nutrition: a five year experience. *Am J Surg* 1976;132:214-20.
42. Murphy LM, Lipman TO. Central venous catheter care in parenteral nutrition: a review. *Parenter Enteral Nutr* 1987;11:190-201.
43. 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.
44. 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.

45. Nehme AE. Nutritional support of the hospitalized patient: the team concept. *JAMA* 1980;243:1906-8.
46. 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.
47. Tomford JW, Hershey CO. The IV therapy team: impact on patient care and costs of hospitalization. *NITA* 1985;8:387-9.
48. 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.
49. Bansmer G, Keith D, Tesluk H. Complications following use of indwelling catheters of inferior vena cava. *JAMA* 1958;167:1606-11.
50. Crane C. Venous interruption of septic thrombophlebitis. *N Engl J Med* 1960;262:947-51.
51. Indar R. The dangers of indwelling polyethelene cannulae in deep veins. *Lancet* 1959;1:284-6.
52. Maki DG, Mermel LA. Infections due to infusion therapy. In: Bennett JV, Brachman PS, eds. *Hospital Infections*. 4th ed. Philadelphia: Lippencott-Raven, 1998:689-724.
53. 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.
54. 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.
55. 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.
56. 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.
57. 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.

58. Durbec O, Viviani 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.
59. 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.
60. 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.
61. Venkataraman ST, Thompson AE, Orr RA. Femoral vascular catheterization in critically ill infants and children. *Clin Pediatr* 1997;36:311-9.
62. Stenzel JP, Green TP, Fuhrman BP, Carlson PE, Marchessault RP. Percutaneous femoral venous catheterizations: a prospective study of complications. *J Pediatr* 1989;114:411-5.
63. 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.
64. 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.
65. 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.
66. 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.
67. Band JD, Maki DG. Steel needles used for intravenous therapy: morbidity in patients with hematologic malignancy. *Arch Intern Med* 1980;140:31-4.
68. 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.
69. Pittet D, Hugonnet S, Harbath S, et al. Effectiveness of a hospitalwide programme to improve compliance with hand hygiene. *Lancet* 2000;356:1307-9.

70. Larson EL, Rackoff WR, Weiman M, et al. APIC guideline for handwashing and hand antisepsis in health care settings. *Am J Infect Control* 1995;23:251-69.
71. 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.
72. Clemence MA, Walker D, Farr BM. Central venous catheter practices: results of a survey. *Am J Infect Control* 1995;23:5-12.
73. 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.
74. 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.
75. 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.
76. 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.
77. Maki DG, Mermel LA, Klugar D, et al. The efficacy of a chlorhexidine impregnated sponge (Biopatch) for the prevention of intravascular catheter-related infection- a prospective randomized controlled multicenter study [Abstract]. Presented at the Interscience Conference on Antimicrobial Agents and Chemotherapy. Toronto, Ontario, Canada: American Society for Microbiology, 2000.
78. Yamamoto AJ, Solomon JA, Soulen MC, et al. Sutureless securement device reduces complications of peripherally inserted central venous catheters. *J Vasc Interv Radiol* 2001 (in press).
79. Rusho WJ, Bair JN. Effect of filtration on complications of postoperative intravenous therapy. *Am J Hosp Pharm* 1979;36:1355-6.
80. Maddox RR, John JF Jr., Brown LL, Smith CE. Effect of inline filtration

- on postinfusion phlebitis. *Clin Pharm* 1983;2:58-61.
81. Turco SJ, Davis NM. Particulate matter in intravenous infusion fluids
4phase 3. *Am J Hosp Pharm* 1973;30:611-3.
82. Baumgartner TG, Schmidt GL, Thakker KM, et al. Bacterial endotoxin
retention by inline intravenous filters. *Am J Hosp Pharm*
1986;43:681-4.
83. Butler DL, Munson JM, DeLuca PP. Effect of inline filtration on the
potency of low-dose drugs. *Am J Hosp Pharm* 1980;37:935-41.
84. Raad II, 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.
85. 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.
86. Maki DG, Stolz SM, Wheeler S, Mermel LA. Prevention of central
venous catheter-related bloodstream infection by use of an antisepticimpregnated
catheter: a randomized, controlled trial. *Ann Intern Med*
1997;127:257-66.
87. Raad II, Darouiche R, Hachem R, Mansouri M, Bodey GP. The broadspectrum
activity and efficacy of catheters coated with minocycline
and rifampin. *J Infect Dis* 1996;173:418-24.
88. Bassetti S, Hu J, DiAgostino RB Jr., 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.
89. Oda T, Hamasaki J, Kanda N, Mikami K. Anaphylactic shock
induced by an antiseptic-coated central venous catheter. *Anesthesiology*
1997;87:1242-4.
90. Veenstra DL, Saint S, Sullivan SD. Cost-effectiveness of antisepticimpregnated
central venous catheters for the prevention of catheterrelated
bloodstream infection. *JAMA* 1999;282:554-60.
91. 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.
92. Institute of Medicine. To err is human: building a safer health system. Washington, DC: National Academy Press, 2000.
93. Maki DG, Cobb L, Garman JK, Shapiro JM, Ringer M, Helgerson RB. An attachable silver-impregnated cuff for prevention of infection with central venous catheters: a prospective randomized multicenter trial. *Am J Med* 1988;85:307-14.
94. Dahlberg PJ, Agger WA, Singer JR, et al. Subclavian hemodialysis catheter infections: a prospective, randomized trial of an attachable silverimpregnated cuff for prevention of catheter-related infections. *Infect Control Hosp Epidemiol* 1995;16:506-11.
95. Groeger JS, Lucas AB, Coit D, et al. A prospective, randomized evaluation of the effect of silver impregnated subcutaneous cuffs for preventing tunneled chronic venous access catheter infections in cancer patients. *Ann Surg* 1993;218:206-10.
96. Bonawitz SC, Hammell EJ, Kirkpatrick JR. Prevention of central venous catheter sepsis: a prospective randomized trial. *Am Surg* 1991;57:618-23.
97. 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.
98. Ranson MR, Oppenheim BA, Jackson A, Kamthan AG, Scarffe JH. Double-blind placebo controlled study of vancomycin prophylaxis for central venous catheter insertion in cancer patients. *J Hosp Infect* 1990;15:95-102.
99. Ljungman P, Hagglund H, Bjorkstrand B, Lonnqvist B, Ringden O. Peroperative teicoplanin for prevention of gram-positive infections in neutropenic patients with indwelling central venous catheters: a randomized, controlled study. *Support Care Cancer* 1997;5:485-8.
100. Kacica MA, Horgan MJ, Ochoa L, Sandler R, Lepow ML, Venezia RA. Prevention of gram-positive sepsis in neonates weighing less than 1500 g. *J Pediatr* 1994;125:253-8.
101. Spafford PS, Sinkin RA, Cox C, Reubens L, Powell KR. Prevention of central venous catheter-related coagulase-negative staphylococcal sepsis in neonates. *J Pediatr* 1994;125:259-63.
102. CDC. Recommendations for preventing the spread of vancomycin

- resistance. Recommendations of the Hospital Infection Control Practices Advisory Committee (HICPAC). MMWR 1995;44(No. RR-12).
103. 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.
104. Casewell MW. The nose: an underestimated source of *Staphylococcus aureus* causing wound infection. *J Hosp Infect* 1998;40(suppl):S3-S11.
105. 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.
106. 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.
107. Zakrzewska-Bode A, Muyltjens 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.
108. 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.
109. Rao SP, Oreopoulos DG. Unusual complications of a polyurethane PD catheter. *Perit Dial Int* 1997;17:410-2.
110. 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.
111. 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.
112. 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.
113. Norden CW. Application of antibiotic ointment to the site of venous catheterization—a controlled trial. *J Infect Dis* 1969;120:611-5.
114. Maki DG, Band JD. A comparative study of polyantibiotic and

- iodophor ointments in prevention of vascular catheter-related infection. *Am J Med* 1981;70:739-44.
115. 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.
116. Carratala J, Niubo J, Fernandez-Sevilla A, et al. Randomized, doubleblind trial of an antibiotic-lock technique for prevention of grampositive central venous catheter-related infection in neutropenic patients with cancer. *Antimicrob Agents Chemother* 1999;43:2200-4.
117. 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.
118. 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.
119. Raad II, Buzaid A, Rhyne J, et al. Minocycline and ethylenediaminetetraacetate for the prevention of recurrent vascular catheter infections. *Clin Infect Dis* 1997;25:149-51.
120. 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.
121. Timsit JF, Farkas JC, Boyer JM, et al. Central vein catheter-related thrombosis in intensive care patients: incidence, risk factors, and relationship with catheter-related sepsis. *Chest* 1998;114:207-13.
122. 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.
123. Mermel LA, Stolz SM, Maki DG. Surface antimicrobial activity of heparin-bonded and antiseptic-impregnated vascular catheters. *J Infect Dis* 1993;167:920-4.
124. 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.

125. 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.

126. 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.

127. Collin J, Collin C. Infusion thrombophlebitis. *Lancet* 1975;2:458.

128. 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.

129. Fontaine PJ. Performance of a new softening expanding midline catheter in home intravenous therapy patients. *J Intraven Nurs* 1991;14:91-9.

130. 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.

131. Mermel LA, Parenteau S, Tow SM. The risk of midline catheterization in hospitalized patients. A prospective study. *Ann Intern Med* 1995;123:841-4.

132. 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.

133. Uldall PR, Merchant N, Woods F, Yarworski U, Vas S. Changing subclavian haemodialysis cannulas to reduce infection. *Lancet* 1981;1:1373.

134. 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.

135. 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.

136. Robinson D, Suhocki P, Schwab SJ. Treatment of infected tunneled venous access hemodialysis catheters with guidewire exchange. *Kidney Int* 1998;53:1792-4.

137. Beathard GA. Management of bacteremia associated with tunneledcuffed hemodialysis catheters. *J Am Soc Nephrol* 1999;10:1045-9.

138. Saad TF. Bacteremia associated with tunneled, cuffed hemodialysis

- catheters. *Am J Kidney Dis* 1999;34:1114-24.
139. 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.
140. 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.
141. 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.
142. 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.
143. Tokars JI, Miller ER, Alter MJ, et al. National surveillance of dialysis-associated diseases in the United States, 1997. *Semin Dial* 2000;13:75-85.
144. Foundation NK. III. NKF-K/DOQI Clinical practice guidelines for vascular access: update 2000. *Am J Kidney Dis* 2001;37(suppl):S137-S81.
145. Mermel LA. Intravascular catheters impregnated with benzalkonium chloride. *J Antimicrob Chemother* 1993;32:905-6.
146. 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.
147. Raad II, 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.
148. 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.
149. 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.
150. Maki DG, Botticelli JT, LeRoy ML, Thielke TS. Prospective study of replacing administration sets for intravenous therapy at 48- vs 72-hour intervals: 72 hours is safe and cost-effective. *JAMA* 1987;258:1777-81.
151. Snyderman 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.
152. Hanna HA, Raad II. Blood products: a significant risk factor for longterm catheter-related bloodstream infections in cancer patients. *Infect Control Hosp Epidemiol* 2001;22:165-6.
153. Raad II, 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.
154. 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.
155. 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.
156. 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.
157. Jarvis WR, Highsmith AK. Bacterial growth and endotoxin production in lipid emulsion. *J Clin Microbiol* 1984;19:17-20.
158. Melly MA, Meng HC, Schaffner W. Microbiol growth in lipid emulsions used in parenteral nutrition. *Arch Surg* 1975;110:1479-81.
159. 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.
160. 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.
161. Brown JD, Moss HA, Elliott TS. The potential for catheter microbial contamination from a needleless connector. *J Hosp Infect* 1997;36:181-9.
162. 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.
163. 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.
164. 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.
165. 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.
166. 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.
167. Seymour VM, Dhallu TS, Moss HA, Tebbs SE, Elliot TS. A prospective clinical study to investigate the microbial contamination of a needleless connector. *J Hosp Infect* 2000;45:165-8.
168. Longfield RN, Smith LP, Longfield JN, Coberly J, Cruess D. Multiple-dose vials: persistence of bacterial contaminants and infection control implications. *Infect Control* 1985;6:194-9.
169. Henry B, Plante-Jenkins C, Ostrowska K. An outbreak of *Serratia marcescens* associated with the anesthetic agent propofol. *Am J Infect Control* 2001;29:312-5.
170. Grohskopf LA, Roth VR, Feikin DR, et al. *Serratia liquefaciens* bloodstream infections from contamination of epoetin alfa at a hemodialysis center. *N Engl J Med* 2001;344:1491-7.
171. CDC. National Nosocomial Infections Surveillance (NNIS) System report, data summary from April 1995–April 2000, issued June 2000. *Am J Infect Control* 2000;28:429-35.
172. Richards MJ, Edwards JR, Culver DH, Gaynes RP. Nosocomial infections in pediatric intensive care units in the United States: National Nosocomial Infections Surveillance System. *Pediatrics* 1999;103:103-9.
173. Richards MJ, Edwards JR, Culver DH, Gaynes RP. Nosocomial infections

- in medical intensive care units in the United States: National Nosocomial Infections Surveillance System. *Crit Care Med* 1999;27:887-92.
174. 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.
175. 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.
176. 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.
177. Krauss AN, Albert RF, Kannan MM. Contamination of umbilical catheters in the newborn infant. *J Pediatr* 1970;77:965-9.
178. 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.
179. 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.
180. 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.
181. 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.
182. 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.
183. Conly JM, Hill S, Ross J, Lertzman J, Louie TJ. Handwashing practices in an intensive care unit: the effects of an educational program and its relationship to infection rates. *Am J Infect Control* 1989;17:330-9.
184. East SA. Planning, implementation, and evaluation of a successful

hospital-based peripherally inserted central catheter program. *J Intraven Nurs* 1994;17:189-92.

185. Kyle KS, Myers JS. Peripherally inserted central catheters. Development of a hospital-based program. *J Intraven Nurs* 1990;13:287-90.

186. BeVier PA, Rice CE. Initiating a pediatric peripherally inserted central catheter and midline catheter program. *J Intraven Nurs* 1994;17:201-5.

2

187. 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.

188. Wenzel RP, Wentzel RP. The development of academic programs for quality assessment. *Arch Intern Med* 1991;151:653-4.

189. 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.

190. Vicca AF. Nursing staff workload as a determinant of methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* spread in an adult intensive therapy unit. *J Hosp Infect* 1999;43:109-13.

191. White MC, Ragland KE. Surveillance of intravenous catheter-related infections among home care clients. *Am J Infect Control* 1994;22:231-5.

192. Lorenzen AN, Itkin DJ. Surveillance of infection in home care. *Am J Infect Control* 1992;20:326-9.

193. White MC. Infections and infection risks in home care settings. *Infect Control Hosp Epidemiol* 1992;13:535-9.

194. Raad II, Baba M, Bodey GP. Diagnosis of catheter-related infections: the role of surveillance and targeted quantitative skin cultures. *Clin Infect Dis* 1995;20:593-7.

195. Widmer AF, Nettleman M, Flint K, Wenzel RP. The clinical impact of culturing central venous catheters: a prospective study. *Arch Intern Med* 1992;152:1299-302.

196. Boyce JM, Farr BM, Jarvis WR, et al. Guideline for hand hygiene in the healthcare setting. *Am J Infect Control* 2002 (in press).

197. 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.

198. 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.

199. Simmons B, Bryant J, Neiman K, Spencer L, Arheart K. The role of handwashing in prevention of endemic intensive care unit infections. *Infect Control Hosp Epidemiol* 1990;11:589-94.

200. Boyce JM, Kelliher S, Vallande N. Skin irritation and dryness associated with two hand-hygiene regimens: soap-and-water hand washing versus hand antiseptics with an alcoholic hand gel. *Infect Control Hosp Epidemiol* 2000;21:442-8.

201. Capdevila JA. Catheter-related infection: an update on diagnosis, treatment, and prevention. *Int J Infect Dis* 1998;2:230-6.

202. Abi-Said D, Raad II, Umphrey J, Gonzalez V, Richardson D, Marts K, Hohn D. Infusion therapy team and dressing changes of central venous catheters. *Infect Control Hosp Epidemiol* 1999;20:101-5.

203. CDC. Update: universal precautions for prevention of transmission of human immunodeficiency virus, hepatitis B virus, and other bloodborne pathogens in health-care settings. *MMWR* 1988;37:377-82, 388.

204. Povoski SP. A prospective analysis of the cephalic vein cutdown approach for chronic indwelling central venous access in 100 consecutive cancer patients. *Ann Surg Oncol* 2000;7:496-502.

205. Arrighi DA, Farnell MB, Mucha P Jr., Istrup DM, Anderson DL. Prospective, randomized trial of rapid venous access for patients in hypovolemic shock. *Ann Emerg Med* 1989;18:927-30.

206. Ahmed Z, Mohyuddin Z. Complications associated with different insertion techniques for Hickman catheters. *Postgrad Med J* 1998;74:104-7.

207. Little JR, Murray PR, Traynor PS, Spitznagel E. A randomized trial of povidone-iodine compared with iodine tincture for venipuncture site disinfection: effects on rates of blood culture contamination. *Am J Med* 1999;107:119-25.

208. 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.

209. Maki DG, McCormack KN. Defatting catheter insertion sites in total parenteral nutrition is of no value as an infection control measure.

Controlled clinical trial. *Am J Med* 1987;83:833-40.

210. 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.

211. 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. *Haematologica* 2000;85:275-9.

212. 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.

213. 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.

214. 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.

215. Howell PB, Walters PE, Donowitz GR, Farr BM. Risk factors for infection of adult patients with cancer who have tunneled central venous catheters. *Cancer* 1995;75:1367-75.

216. Goetz AM, Miller J, Wagener MM, Muder RR. Complications related to intravenous midline catheter usage: a 2-year study. *J Intraven Nurs* 1998;21:76-80.

217. Martin C, Viviand X, Saux P, Gouin F. Upper-extremity deep vein thrombosis after central venous catheterization via the axillary vein. *Crit Care Med* 1999;27:2626-9.

218. Robinson JF, Robinson WA, Cohn A, Garg K, Armstrong JD. Perforation of the great vessels during central venous line placement. *Arch Intern Med* 1995;155:1225-8.

219. Lederle FA, Parenti CM, Berskow LC, Ellingson KJ. The idle intravenous

- catheter. *Ann Intern Med* 1992;116:737-8.
220. 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.
221. 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.
222. Nelson DB, Garland JS. The natural history of Teflon catheter-associated phlebitis in children. *Am J Dis Child* 1987;141:1090-2.
223. Shimandle RB, Johnson D, Baker M, Stotland N, Karrison T, Arnow PM. Safety of peripheral intravenous catheters in children. *Infect Control Hosp Epidemiol* 1999;20:736-40.
224. O'Grady NP, Barie PS, Bartlett J, et al. Practice parameters for evaluating new fever in critically ill adult patients. Task Force of the American College of Critical Care Medicine of the Society of Critical Care Medicine in collaboration with the Infectious Disease Society of America. *Crit Care Med* 1998;26:392-408.
225. Mermel LA, Farr BM, Sherertz RJ, et al. Guidelines for the management of intravascular catheter-related infections. *Clin Infect Dis* 2001;32:1249-72.
226. Mershon J, Nogami W, Williams JM, Yoder C, Eitzen HE, Lemons JA. Bacterial/fungal growth in a combined parenteral nutrition solution. *J Parenter Enteral Nutr* 1986;10:498-502.
227. Gilbert M, Gallagher SC, Eads M, Elmore MF. Microbial growth patterns in a total parenteral nutrition formulation containing lipid emulsion. *J Parenter Enteral Nutr* 1986;10:494-7.
228. 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.
229. Didier ME, Fischer S, Maki DG. Total nutrient admixtures appear safer than lipid emulsion alone as regards microbial contamination: growth properties of microbial pathogens at room temperature. *J Parenter Enteral Nutr* 1998;22:291-6.
230. 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.
231. Roth VR, Arduino MJ, Nobiletti J, et al. Transfusion-related sepsis due to *Serratia liquefaciens* in the United States. *Transfusion* 2000;40:931-5.
232. Blajchman MA. Reducing the risk of bacterial contamination of cellular blood components. *Dev Biol Stand* 2000;102:183-93.
233. Barrett BB, Andersen JW, Anderson KC. Strategies for the avoidance of bacterial contamination of blood components. *Transfusion* 1993;33:228-33.
234. Wagner SJ, Friedman LI, Dodd RY. Transfusion-associated bacterial sepsis. *Clin Microbiol Rev* 1994;7:290-302.
235. Plott RT, Wagner RF Jr., Tyring SK. Iatrogenic contamination of multidose vials in simulated use. A reassessment of current patient injection technique. *Arch Dermatol* 1990;126:1441-4.
236. Salzman MB, Isenberg HD, Rubin LG. Use of disinfectants to reduce microbial contamination of hubs of vascular catheters. *J Clin Microbiol* 1993;31:475-9.
237. ASPH Council on Professional Affairs. ASHP guidelines on quality assurance for pharmacy-prepared sterile products. *Am J Health Syst Pharm* 2000;57:1150-69.
238. Herruzo-Cabrera R, Garcia-Caballero J, Vera-Cortes ML, Vazquez-Encinar A, Garcia-Caballero F, Rey-Calero J, Garcia de Lorenzo A. Growth of microorganisms in parenteral nutrient solutions. *Am J Hosp Pharm* 1984;41:1178-80.
239. Green KA, Shouldachi B, Schoer K, Moro D, Blend R, McGeer A. Gadolinium-based MR contrast media: potential for growth of microbial contaminants when single vials are used for multiple patients. *Am J Roentgenol* 1995;165:669-71.
240. Arrington ME, Gabbert KC, Mazgaj PW, Wolf MT. Multidose vial contamination in anesthesia. *Aana J* 1990;58:462-6.
241. Falchuk KH, Peterson L, McNeil BJ. Microparticulate-induced phlebitis: its prevention by in-line filtration. *N Engl J Med* 1985;312:78-82.
242. Cohran J, Larson E, Roach H, Blane C, Pierce P. Effect of intravascular surveillance and education program on rates of nosocomial bloodstream infections. *Heart Lung* 1996;25:161-4.

243. 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.
244. Ryder MA. Peripheral access options. *Surg Oncol Clin N Am* 1995;4:395-427.
245. Maki DG, Goldman DA, Rhame FS. Infection control in intravenous therapy. *Ann Intern Med* 1973;79:867-87.
246. 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.
247. Horan TC, Emori TG. Definitions of key terms used in the NNIS System. *Am J Infect Control* 1997;25:112-6.
248. Khuri-Bulos NA, Shennak M, Agabi S, et al. Nosocomial infections in the intensive care units at a university hospital in a developing country: comparison with National Nosocomial Infections Surveillance intensive care unit rates. *Am J Infect Control* 1999;27:547-52.
249. Pittet D, Wenzel RP. Nosocomial bloodstream infections. Secular trends in rates, mortality, and contribution to total hospital deaths. *Arch Intern Med* 1995;155:1177-84.
250. CDC. Monitoring hospital-acquired infections to promote patient safety-United States, 1990-1999. *MMWR* 2000;49:149-53.
251. Clark-Christoff N, Watters VA, Sparks W, Snyder P, Grant JP. Use of triple-lumen subclavian catheters for administration of total parenteral nutrition. *J Parenter Enteral Nutr* 1992;16:403-7.
252. 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.
253. 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.
254. Yeung C, May J, Hughes R. Infection rate for single lumen v triple lumen subclavian catheters. *Infect Control Hosp Epidemiol* 1988;9:154-8.
255. Collin GR. Decreasing catheter colonization through the use of an

antiseptic-impregnated catheter: a continuous quality improvement project. *Chest* 1999;115:1632-40.

256. Groeger JS, Lucas AB, Thaler HT, et al. Infectious morbidity associated with long-term use of venous access devices in patients with cancer. *Ann Intern Med* 1993;119:1168-74.

257. Pegues D, Axelrod P, McClarren C, et al. Comparison of infections in Hickman and implanted port catheters in adult solid tumor patients. *J Surg Oncol* 1992;49:156-62.

258. Moss AH, Vasilakis C, Holley JL, Foulks CJ, Pillai K, McDowell DE. Use of a silicone dual-lumen catheter with a Dacron cuff as a longterm vascular access for hemodialysis patients. *Am J Kidney Dis* 1990;16:211-5.

259. Schillinger F, Schillinger D, Montagnac R, Milcent T. Post catheterization vein stenosis in haemodialysis: comparative angiographic study of 50 subclavian and 50 internal jugular accesses. *Nephrol Dial Transplant* 1991;6:722-4.

260. Cimochoowski 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.

261. Barrett N, Spencer S, McIvor J, Brown EA. Subclavian stenosis: a major complication of subclavian dialysis catheters. *Nephrol Dial Transplant* 1988;3:423-5.

2

262. 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.

263. Macdonald S, Watt AJ, McNally D, Edwards RD, Moss JG. Comparison of technical success and outcome of tunneled catheters inserted via the jugular and subclavian approaches. *J Vasc Interv Radiol* 2000;11:225-31.

264. Widmer AF. Management of catheter-related bacteremia and fungemia in patients on total parenteral nutrition. *Nutrition* 1997;13(suppl):S18-S25.

265. Powell C, Kudsk KA, Kulich PA, Mandelbaum JA, Fabri PJ. Effect of frequent guidewire changes on triple-lumen catheter sepsis. *J Parenter Enteral Nutr* 1988;12:462-4.

266. Snyderman DR, Murray SA, Kornfeld SJ, Majka JA, Ellis CA. Total parenteral nutrition-related infections: prospective epidemiologic study using semiquantitative methods. *Am J Med* 1982;73:695-9.
267. Easom A. Prophylactic antibiotic lock therapy for hemodialysis catheters. *Nephrol Nurs J* 2000;27:75.
268. Vercaigne LM, Sitar DS, Penner SB, Bernstein K, Wang GQ, Burczynski FJ. Antibiotic-heparin lock: in vitro antibiotic stability combined with heparin in a central venous catheter. *Pharmacotherapy* 2000;20:394-9.
269. Donowitz LG, Marsik FJ, Hoyt JW, Wenzel RP. *Serratia marcescens* bacteremia from contaminated pressure transducers. *JAMA* 1979;242:1749-51.
270. Luskin RL, Weinstein RA, Nathan C, Chamberlin WH, Kabins SA. Extended use of disposable pressure transducers: a bacteriologic evaluation. *JAMA* 1986;255:916-20.
271. Maki DG, Hassemer CA. Endemic rate of fluid contamination and related septicemia in arterial pressure monitoring. *Am J Med* 1981;70:733-8.
272. Mermel LA, Maki DG. Epidemic bloodstream infections from hemodynamic pressure monitoring: signs of the times. *Infect Control Hosp Epidemiol* 1989;10:47-53.
273. 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.
274. Leroy O, Billiau V, Beuscart C, et al. Nosocomial infections associated with long-term radial artery cannulation. *Intensive Care Med* 1989;15:241-6.
275. Fisher MC, Long SS, Roberts EM, Dunn JM, Balsara RK. *Pseudomonas maltophilia* bacteremia in children undergoing open heart surgery. *JAMA* 1981;246:1571-4.
276. 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.
277. 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.
278. Shinozaki T, Deane RS, Mazuzan JE Jr., Hamel AJ, Hazelton D. Bacterial

- contamination of arterial lines: a prospective study. *JAMA* 1983;249:223-5.
279. 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.
280. 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.
281. 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.
282. 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.
283. 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.
284. 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.
285. 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.
286. 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.
287. Horgan MJ, Bartoletti A, Polansky S, Peters JC, Manning TJ, Lamont BM. Effect of heparin infusates in umbilical arterial catheters on frequency of thrombotic complications. *J Pediatr* 1987;111:774-8.
288. David RJ, Merten DF, Anderson JC, Gross S. Prevention of umbilical artery catheter clots with heparinized infusates. *Dev Pharmacol Ther* 1981;2:117-26.
289. 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.

290. 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.
291. 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.
292. Garner JS, Jarvis WR, Emori TG, Horan TC, Hughes JM. CDC definitions for nosocomial infections, 1988. *Am J Infect Control* 1988;16:128-40.
293. Garner JS, Jarvis WR, Emori TG, Horan TC, Hughes JM. CDC definitions for nosocomial infections, 1988. Erratum. *Am J Infect Control* 1988;16:177.