

I . 原 著

I . 1 中心静脈カテーテル関連血流感染サーベイランスの結果からみた院内感染対策への組織的な取り組みの有効性について

先端医療センター病院 看護部 大 東 芳 子 譜久嶺 陽 子
診療部・院内感染防止委員長・病院長 笹 田 智 美 木 村 ちぐさ
西 尾 利 一

要 旨

先端医療センター病院の移植病棟（無菌病棟）で中心静脈カテーテル関連血流感染サーベイランスを6年間実施した。6年間の延べ中心静脈カテーテル挿入日数は10,414、中心静脈カテーテル関連血流感染と判定されたのは19例であった。サーベイランスを行った期間を期間A、期間B、期間Cの3期に分け、サーベイランスデータと院内感染対策の取り組みについて検討した。

期間Aでは、病院が組織的に感染率低減へ向けた取り組みを開始し、中心静脈カテーテル使用比を0.82から0.32まで低下させ、統計学的に有意な差を認めた（カイ2乗検定 $p < 0.01$ ）。期間Bでは、病院が組織として感染管理認定看護師を配置し、一時的に5.60に上昇した感染率を早期に抑制した。期間Cでは、看護部環境感染対策委員が中心となり、アウトブレイクに早期に対応した。

病院が院内感染対策に組織的に取り組むことは、中心静脈カテーテル関連血流感染の低減につながることを示唆された。

〔キーワード〕

院内感染対策、中心静脈カテーテル関連血流感染、サーベイランス、組織的取り組み、感染管理認定看護師

The efficacy of systematic infection control clarified by the analysis of central line-associated bloodstream infection surveillance data

Institute of Biomedical Research and Innovation Hospital Department of Nursing

Yoshiko Daito Youko Fukumine Tomomi Sasada Chigusa Kimura

Hospital Director, and Chairman of Infection Control Committee

Toshikazu Nishio

Abstract

We have maintained the surveillance of central line-associated bloodstream infection for six years at the transplantation ward of Institute of Biomedical Research and Innovation Hospital. The total number of central venous catheter days and the number of cases with central line-associated bloodstream infection were 10,414 and 19, respectively. The six years were divided into three terms, term A, term B, and term C. The surveillance data and our practice of systematic infection control were analyzed for each terms. In term A, systematic infection control was started in the whole hospital, and the central venous catheter utilization ratio dropped from 0.82 to 0.32 during this period. The difference was statistically significant (chi-square test $p < 0.01$). In term B, a certified nurse in infection control was nominated as the "Infection Control Nurse". During this period, the infection ratio rose to 5.60 temporarily, but this episode was controlled promptly by the infection control nurse. In term C, the members of the infection control nurse committee played an active part in infection control. An outbreak occurred in term C, and was promptly controlled by the committee members. These results suggest that systematic infection control was efficacious to lower the infection ratio of central line-associated bloodstream infection.

〔Keyword〕

infection control, central line-associated bloodstream infection, surveillance, systematic approach, infection control nurse(certified nurse in infection control)

はじめに

中心静脈カテーテル (Central Venous Catheter) を挿入している患者では、中心ライン関連血流感染症 (Central Line-Associated Bloodstream Infection: 以下、静脈カテーテル関連血流感染症という) を起こしやすい¹⁾。その感染機序は、挿入部位の皮膚微生物がカテーテルの表面に沿って血流内に侵入すること²⁾や、輸液ルートへの不潔なアクセス技術によるカテーテル先端の汚染など³⁾⁴⁾である。静脈カテーテル関連血流感染症の起病因菌として最もよく報告されている病原体は、コアグラエゼ陰性ブドウ球菌、黄色ブドウ球菌、腸球菌、カンジダ属である⁵⁾。

米国では、カテーテル由来血流感染症 (Catheter-Related Blood Stream Infection) を国内の病院全体で評価した場合、合計で年間 25 万例の血流感染 (Bloodstream Infection) が発生していると推計されている⁶⁾。複数の分析によって、この感染症の損害は罹患率・費用の両面において相当なものであることが示されており、患者アウトカムを改善して医療費を削減するために、相当な関心をもって発症率の低下に取り組んでいる。過去数年間に発表されている多数の質改善研究⁷⁻¹⁰⁾では、医療従事者の教育、監査・フィードバック、組織改革、臨床リマインダーなど様々な方法が使用されているが、病院が静脈カテーテル関連血流感染症低減へむけ組織的に取り組んだ成果について述べられたものは少ない。

先端医療センター病院の免疫血液疾患患者は中心静脈カテーテルを挿入している患者が約 70% であり、中心静脈カテーテルの使用頻度が高い。これらの患者は治療により強い易感染状態にあり、中心静脈カテーテル関連血流感染の合併は生命に致命的な影響を与える。このような背景をもとに、当病院では平成 15 年 6 月より無菌病棟 (移植病棟) において中心静脈カテーテル関連血流感染サーベイランスを実施し、中心静脈カテーテル関連血流感染の低減に努めてきた。

今回、当病院の中心静脈カテーテル関連血流感染防止へ向けた組織的な取り組みを、6 年間のサーベイランス結果と共にまとめたので報告する。

医療関連感染サーベイランスとは

特定の疾患や出来事についての発生分布や原因に関するデータを継続的、組織的に収集、統合、分析し、結果を改善することができる人々に、必要な情報をタイミングよく提供すること、と定義される¹¹⁾¹²⁾。サーベイランスの目標は、日常的な感染率 (ベースライン)

の明確化と低減、感染対策の評価と改善、アウトブレイクの早期発見、職員教育である。

1980 年代までは病院あるいは部門全体で発生する全ての医療関連感染を明らかにする包括的サーベイランスが行われていたが、これには具体的な問題点の把握や対策の評価が困難であるとの欠点があった¹²⁾。また、1984 年には米国で「病院感染制御の有効性に関する研究」(Study on the efficacy of nosocomial infection control) プロジェクト¹³⁾¹⁴⁾が報告され、4 つの主要な感染 (尿路感染、肺炎、術創感染、敗血症) が院内感染の 85% を占めることが明らかとなった。そのため、1990 年代からは特定の器具や処置、また特定の身体部位における感染を対象にしたターゲットサーベイランスが行われている。その主なものとして、中心静脈カテーテル関連血流感染サーベイランス、尿道留置カテーテル関連尿路感染サーベイランス、人工呼吸器関連肺炎サーベイランス、手術部位感染サーベイランスである¹⁵⁾。

I. サーベイランスの対象と方法

1. 場所:

先端医療センター病院の移植病棟 (無菌病棟) を対象にした。

当院には 60 床の入院病棟があり、そのうち 19 床が移植病棟で、一般病棟からは独立して設置されている。移植病棟は HEPA フィルターにより空気清浄度がクラス 1000 および 100 (ISO クラス 6 および 5 に相当) に保たれている。

2. 対象患者:

中心静脈カテーテルを挿入している患者 (中心静脈カテーテルは造血幹細胞移植を行う患者および免疫血液内科で化学療法を受ける患者の一部に挿入される。)

3. 期間:

2005 年 4 月から 2010 年 12 月

4. 静脈カテーテル関連血流感染症の判定基準:

静脈カテーテル関連血流感染症の診断は、表 1 に示す全米医療安全ネットワーク (National Healthcare Safety Network) で使われている判定基準 5) に準拠した。すなわち、病原体が血液培養から確認され、かつ、症状 (発熱、悪寒戦慄、低血圧) が少なくとも 1 つあり、いずれも他の部位の感染と関係のない場合に、静脈カテーテル関連血流感染ありと判定した。

5. 情報収集の方法

- 1) 看護部環境感染防止委員が電子カルテの病棟管理日誌を用いて毎日の移植病棟の入院患者数を把握する。
- 2) 看護部環境感染防止委員が毎日、中心静脈カテーテル挿入患者数を把握する。
- 3) 感染管理認定看護師が血液培養陽性患者を把握し、全米医療安全ネットワークの判定基準に基づいて静

脈カテーテル関連血流感染症の判定を行う。

- 4) 1カ月の「延べ移植病棟入院患者数」「延べ中心静脈カテーテル挿入数」「静脈カテーテル関連血流感染症者数(実数)」を集計する。
- 5) 上記4)により中心静脈カテーテル使用比および感染率(%)を算出し(表2、3)、グラフに表す(図1)。

表1 全米医療安全ネットワークの中心静脈カテーテル関連血流感染判定基準⁵⁾

<p>血液培養によって確定された血流感染症 (LCBI: Laboratory-confirmed bloodstream infection)</p> <p>・検査結果で確認された血流感染は、以下の基準の少なくとも1つを満たさなければならない。</p> <p>基準1: 1回もしくは複数回の血液培養から病原体が確認される。さらに、血液から培養された微生物は他の部位の感染に関係がない。</p> <p>基準2: 以下の症状や徴候が少なくとも1つある: 発熱(>38℃)、悪寒戦慄、低血圧。さらに、徴候や症状そして陽性の臨床検査結果が他の部位の感染に関係がない。</p> <p>さらに、以下の少なくとも1つに当てはまる。</p> <p>a. 一般の皮膚汚染菌(類ジフテリア、バシラス属、Propionibacterium属、コアグララーゼ陰性ブドウ球菌、ミクロコッカス属)が別々の機会に採取された2回以上の血液培養検体から培養される。</p> <p>b. 一般の皮膚汚染菌(類ジフテリア、バシラス属、Propionibacterium属、コアグララーゼ陰性ブドウ球菌、ミクロコッカス属)が静脈ライン挿入患者の血液から少なくとも1回培養される。さらに、医師によって適切な抗菌薬による治療がはじまっている。</p> <p>c. 血液抗原テスト陽性(インフルエンザ菌、肺炎球菌、髄膜炎菌、B群連鎖球菌)</p>
--

表2 静脈カテーテル関連血流感染(CLA-BSI)感染率と中心静脈カテーテル使用比の計算式

$1) \text{CLA-BSI 感染率} (\%) = \frac{\text{1ヶ月の移植病棟入院患者の内、CLA-BSI 感染者数}}{\text{1ヶ月の移植病棟入院患者の内、延べ中心静脈カテーテル挿入日数}} \times 1000$
$2) \text{中心静脈カテーテル使用比} = \frac{\text{1ヶ月の移植病棟入院患者の内、延べ中心静脈カテーテル挿入日数}}{\text{1ヶ月の延べ移植病棟入院患者数}}$

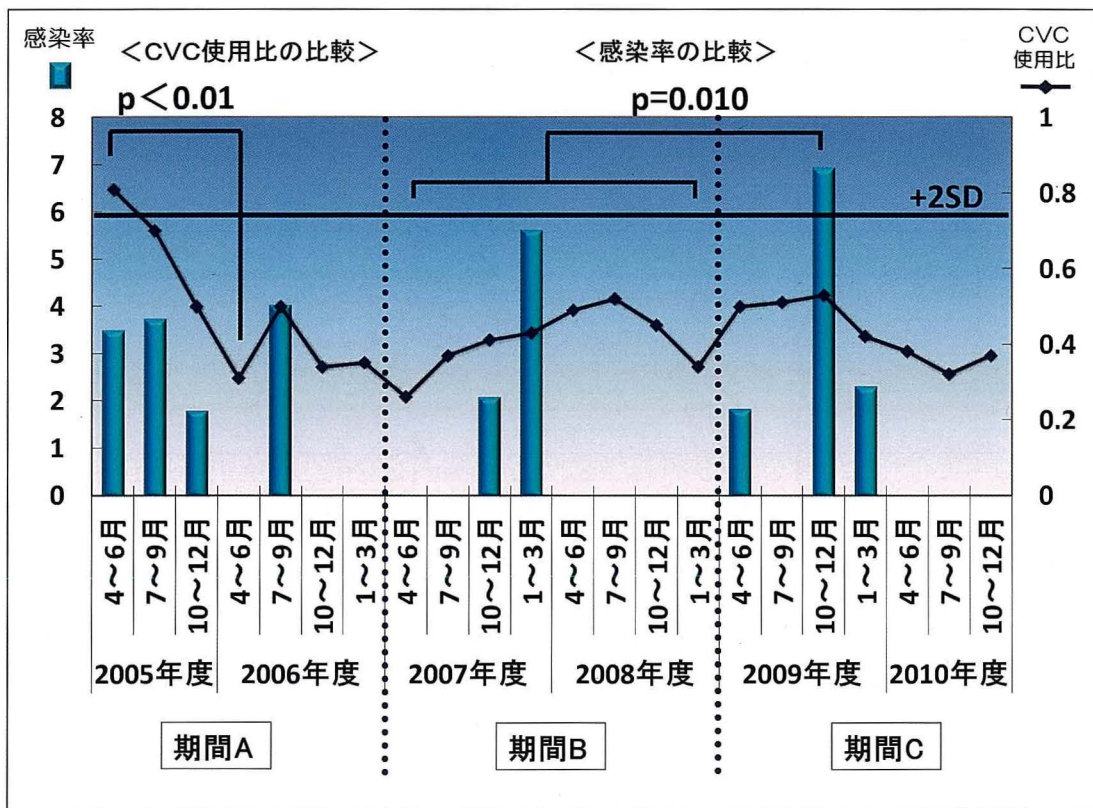


図1 移植病棟における中心静脈カテーテル関連血流感染の状況。CVC: 中心静脈カテーテル(期間毎の感染率とカテーテル使用比の推移)

6. フィードバックの方法

- 1) 感染管理認定看護師が6カ月ごとに病棟会で移植病棟看護師に行く。
- 2) 静脈カテーテル関連血流感染症の発生状況に応じ、適宜フィードバックと対策を実施する。

7. 今回のまとめで比較検討を行った期間

期間A：2005年4月から2007年3月

病院が組織として静脈カテーテル関連血流感染症の低減へ向け、本格的に取り組みを始めた時期

期間B：2007年4月から2009年3月

病院が感染管理認定看護師を配置し、その活動を強く支援した時期

期間C：2009年4月から2010年12月

病院の感染管理体制が成熟し、看護部環境感染対策委員が主体的に活動するようになった時期

II. 結果

6年間の延べ中心静脈カテーテル挿入日数は10,414、静脈カテーテル関連血流感染症と判定された患者数(実数)は19例であった。期間Aの延べ中心静脈カテーテル挿入日数は3,551、静脈カテーテル関

連血流感染症は9例であった。期間Bの延べ中心静脈カテーテル挿入日数は3,422、静脈カテーテル関連血流感染症は4例であった。期間Cの延べ中心静脈カテーテル挿入日数は3,441、静脈カテーテル関連血流感染症は6例であった(表3、4)。

期間Aでは、2005年度4月～6月に中心静脈カテーテル使用比が0.82であったが、2006年度4月～6月には0.32と減少し、統計学的に有意差を認めた(カイ2乗検定 $p < 0.01$)。

期間Bでは、2007年度1月～3月に感染率が5.60と上昇した。血液培養からはメチシリン耐性表皮ブドウ球菌(Methicillin-Resistant Staphylococcus epidermidis: 以下、MRSEとする)が多く検出された。

期間Cでは、2009年度10月～12月に感染率が6.90となった。これは、のちに期間Bとの間で統計学的検討を行い、有意な差を認め(フィッシャーの直接確率検定 $p = 0.010$)、アウトブレイクと判断した。

III. 考察

期間A(2005年4月から2007年3月)は病院が組織として静脈カテーテル関連血流感染症の低減へ向け、本格的に取り組みを始めた時期である。

表3. 3ヶ月毎にみた中心静脈カテーテル関連血流感染率と中心静脈カテーテル使用比の推移(2005～2010年度)

<期間A>

期間	2005年度				2006年度			
	4～6月	7～9月	10～12月	1～3月	4～6月	7～9月	10～12月	1～3月
感染率	3.46	3.71	1.76	—	0	4.00	0	0
中心静脈カテーテル使用比	0.81	0.70	0.50	—	0.31	0.50	0.34	0.35

1～3月はデータ欠落のため不明 ↑

<期間B>

期間	2007年度				2008年度			
	4～6月	7～9月	10～12月	1～3月	4～6月	7～9月	10～12月	1～3月
感染率	0	0	2.05	5.60	0	0	0	0
中心静脈カテーテル使用比	0.26	0.37	0.41	0.43	0.49	0.52	0.45	0.34

<期間C>

期間	2009年度				2010年度		
	4～6月	7～9月	10～12月	1～3月	4～6月	7～9月	10～12月
感染率	1.79	0	6.90	2.28	0	0	0
中心静脈カテーテル使用比	0.50	0.51	0.53	0.42	0.38	0.32	0.37

表4. 延べ中心静脈カテーテル挿入日数と中心静脈カテーテル関連血流感染数

	延べ中心静脈カテーテル挿入日数	中心静脈カテーテル関連血流感染数
期間A	3,551	9
期間B	3,422	4
期間C	3,411	6
計	10,414	19

静脈カテーテル関連血流感染症サーベイランスを開始した当初の2005年には中心静脈カテーテル使用比が0.81、静脈カテーテル関連血流感染率が3.46と高く、常に静脈カテーテル関連血流感染症が発生している状態であった。

この現状を重く受け止め、医師・看護師・薬剤師が合同でカンファレンスを開催した。カンファレンスでは、まず静脈カテーテル関連血流感染症が持続的に発生している現状をすべての職種が把握し、共通認識するところから始まった。そして、静脈カテーテル関連血流感染症の発生機序について文献から明確にしたうえで、中心静脈カテーテルの挿入から管理までが現状はどのようになっているのかを各職種が見直しを行った。医師は中心静脈カテーテル挿入時のマキシマルバリアプリコーション¹⁶⁾が確実に実施されているか、中心静脈カテーテルの挿入期間は適切か¹⁷⁾について見直しを行った。看護師は、中心静脈カテーテル挿入部の消毒手技や輸液ルートへのアクセス手技が清潔に操作されているか¹⁸⁾、中心静脈カテーテル挿入患者の入浴方法に問題はないか¹⁹⁾²⁰⁾について見直しを行った。薬剤師は、薬剤の無菌調整が徹底されているか²¹⁾、について見直した。

このカンファレンスで静脈カテーテル関連血流感染症につながる明らかな問題点が洗い出されたということとはなかった。しかし、各職種が静脈カテーテル関連血流感染症防止に対する意識を高め、組織的に取り組んでいくべき問題だと共通認識することができた²²⁾。その結果、中心静脈カテーテルの挿入および管理について各職種が静脈カテーテル関連血流感染症防止を意識して取り組むようになった。2005年度4月～6月に0.81であった中心静脈カテーテル使用比が2006年度4月～6月には0.31へ低下したのはその成果の一つだと考える。さらに、静脈カテーテル関連血流感染症防止を含めた院内感染対策の推進には感染管理認定看護師が必要だという考えのもと、その育成へ向けた取り組みがこの時期から始まり、2007年度4月にはその配置がなされることにつながった。

ここで、期間Aの静脈カテーテル関連血流感染症サーベイランスデータの限界について加筆しておく。この時期の静脈カテーテル関連血流感染症サーベイランスは、サーベイランスについて専門的なトレーニングを受けていない看護部環境感染対策委員が実施していた。そのため、全米医療安全ネットワーク（当時はNISS(the National Nosocomial Infections Surveillance System: 全米病院感染サーベイランス))の静脈カテーテル関連血流感染症判定基準を適用しておらず、さらに、2005年度1月～3月のデータが欠損している。そのため、データ収集の方法とサーベイランスの精度が2007年度以降とは異なっている。

次に、期間B（2007年4月から2009年3月）は病院が組織として感染管理認定看護師を配置し、その活動を強く支援した時期である。「病院感染制御の有効性に関する研究」プロジェクトによると効果的な感染制御プログラムには、次の4つが必須であることが示されている¹³⁾¹⁵⁾。

- ① 250床あたり1人のフルタイムの感染制御実践者を配置すること
- ② 感染制御の訓練を受けた医師を配置すること
- ③ 集中的なサーベイランスを実施すること
- ④ さらに集中的な感染制御を行うこと

これらを実施することで病院感染の1/3が防げるとされており、当病院では2007年4月より感染制御実践者として日本看護協会でも専門の教育・研修を受けた感染管理認定看護師を配置した。この時から静脈カテーテル関連血流感染症サーベイランスは一定のデータ収集方法、一定の判定基準を用い、高い精度で実施されるようになった。

2007年1月～3月に静脈カテーテル関連血流感染率が5.60に上昇した。この時、血液培養からはMRSEの分離頻度が増加した。これらのMRSEはパルスフィールドゲル電気泳動(PFGE)による遺伝子解析を行っていないため、同一菌種であるかどうかの確定はできなかった。ただし、抗菌薬の感受性パターンによる生物学的表現型はいずれの菌株も異なってお

り、同一菌種の可能性は低いと判断した。しかし、同一時期に複数の静脈カテーテル関連血流感染症事例が発生することはプレアウトブレイクであると判断し、感染管理認定看護師が対策を行った。具体的には、静脈カテーテル関連血流感染症サーベイランスの結果を免疫血液内科医師と移植病棟看護師にフィードバックし、感染率の上昇を共有した。そして、MRSE および静脈カテーテル関連血流感染症防止策の各々についての勉強会を開催した。そして、2008年4月以降、静脈カテーテル関連血流感染症の発生は抑えられた。これは、精度の高いサーベイランスにより感染率の上昇を早期に察知し、起炎菌に焦点をあてた勉強会をタイムリーに開催したことが効果的な注意喚起となり、静脈カテーテル関連血流感染症の抑制の一助になったと考える。

期間Aでの静脈カテーテル関連血流感染症低減へ向けた取り組みでは、どう対処すればいいのか分からず、多くの職種が手探り状態での対応を迫られた。しかし、期間Bでは感染管理認定看護師が中心となって早期に改善につなげることができたと考える。

ただし、患者の重症度など様々な要因により静脈カテーテル関連血流感染率は変動するため、静脈カテーテル関連血流感染症サーベイランス結果のフィードバックや勉強会の開催のみが感染率の抑制に影響したのではないことは言うまでもない。

期間C（2009年4月から2010年12月）は病院の感染管理体制が成熟し、看護部環境感染対策委員が主体的に活動するようになった時期である。看護部環境感染対策委員会では2008年度より静脈カテーテル関連血流感染症サーベイランスの担当委員を配置し、感染管理認定看護師とともにデータの収集を行っていた。

2009年10月～12月に感染率が6.90に上昇した。この時、感染率の計算をする以前に、静脈カテーテル関連血流感染症サーベイランス担当の看護部環境感染対策委員が血液培養陽性患者の増加に気づき、感染管理認定看護師に報告があった。そして、移植病棟の看護師の中心静脈カテーテル管理についていくつか問題があるという現状と、それを踏まえて看護師の中心静脈カテーテル挿入部の消毒手技を個別にチェックするという対策を提案してきた。中心静脈カテーテル管理についての問題とは、中心静脈カテーテル挿入部の消毒回数が看護師によって異なること、消毒前後の手指衛生のタイミングが適切でない看護師がいる、といった点であった。これは、看護部環境感染対策委員が中心静脈カテーテル管理の現状を日常的に把握していた

からこそ早期に対策を立案して提案できるものであった。

2010年1月から看護部環境感染対策委員が中心となってその対策を実施した。具体的には中心静脈カテーテル挿入部の消毒手技の手順をチェックリストにし、それを用いて看護部環境感染対策委員が移植病棟の看護師一人一人の手技を確認していくというものであった。

その後、2010年4月からは感染がみられなくなった。看護部環境感染対策委員が主体的に活動するという感染管理体制の確立により、その成果が現れたと考える。

以上のように、6年間のサーベイランス結果を振り返ると、期間Aは病院が院内感染対策に組織的に取り組みを始めた時期、期間Bは病院が感染管理認定看護師を配置し、その活動を強く支援した時期、期間Cは看護部環境感染対策委員が主体的に活動できるところまで病院の感染管理体制の成熟がみられた時期、ととらえることができる。

中心静脈カテーテル挿入というリスクがある限り、静脈カテーテル関連血流感染症の発生率を0に維持することは難しい。しかし、院内感染対策の組織的な取り組みによって感染管理体制は確立し、より早期に的確な対策を実施できるようになった。

当病院における感染管理体制のさらなる成長にはサーベイランスデータの有効活用が不可欠だと考える。6年間のサーベイランス結果から、感染率の低い時期が続いたのち、急激に感染率が上昇するという傾向を把握することができた。今後は、静脈カテーテル関連血流感染症の発生が1件あれば、続けて数件発生しやすいということを念頭におき、静脈カテーテル関連血流感染症の発生率をさらに抑えていくことを課題にしたいと考える。

IV. 結論

先端医療センター病院の移植病棟において中心静脈カテーテル関連血流感染サーベイランスを6年間実施した。そして、サーベイランスを行った期間を期間A、期間B、期間Cの3期に分け、サーベイランスデータと院内感染対策の取り組みについて検討した。

- 1) 6年間の延べ中心静脈カテーテル挿入日数は10,414、中心静脈カテーテル関連血流感染と判定されたのは19例であった。
- 2) 期間Aでは病院が組織的に感染率低減へ向けた取り組みを開始し、中心静脈カテーテル使用比を0.82から0.32まで低下させた。

- 3) 期間Bでは病院が組織として感染管理認定看護師を配置し、一時的に5.60に上昇した感染率を早期に抑制した。
- 4) 期間Cでは病院の院内感染対策の体制が成熟し、看護部環境感染対策委員が中心となり、アウトブレイクに早期に対応した。
- 5) 病院が院内感染対策に組織的に取り組むことは、静脈カテーテル関連血流感染症の低減につながることを示唆された。

文 献

- 1) CDC. Guidelines for the Prevention of Intravascular Catheter-Related Infections, 2011. (<http://www.cdc.gov/hicpac/pfd/guidelines/bsi-guidelines-zoll/pdf>)
- 2) Mermel LA, McCormick RD, Springman SR, Maki DG. The pathogenesis and epidemiology of catheter-related infection with pulmonary artery Swan-Ganz catheters: a prospective study utilizing molecular subtyping. *Am J Med* 1991 ; 91 : 197S-205S.
- 3) Dobbins BM, Kite P, Kindon A, McMahon MJ, Wilcox MH. DNA fingerprinting analysis of coagulase negative staphylococci implicated in catheter related bloodstream infections. *J Clin Pathol* 2002 ; 55 : 824-8.
- 4) 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.
- 5) Wisplinghoff H, Bischoff T, Tallent SM, Seifert H, Wenzel RP, Edmond MB. Nosocomial bloodstream infections in US hospitals: analysis of 24,179 cases from a prospective nationwide surveillance study. *Clin Infect Dis* 2004 ; 39 : 309-17.
- 6) Maki DG, Kluger DM, Crnich CJ. The risk of bloodstream infection in adults with different intravascular devices: a systematic review of 200 published prospective studies. *Mayo Clin Proc* 2006 ; 81 : 1159-71.
- 7) Mermel LA. Prevention of intravascular catheter-related infections. *Ann Intern Med* 2000 ; 132 : 391-402.
- 8) Warren DK, Zack JE, Cox MJ, Cohen MM, Fraser VJ. An educational intervention to prevent catheter-associated bloodstream infections in a non-teaching community medical center. *Crit Care Med* 2003 ; 31 : 1959-63.
- 9) Warren DK, Cosgrove SE, Diekema DJ, et al. A multicenter intervention to prevent catheter-associated bloodstream infections. *Infect Control Hosp Epidemiol* 2006 ; 27 : 662-9.
- 10) Pronovost P, Needham D, Berenholtz S, et al. An intervention to decrease catheter-related bloodstream infections in the ICU. *N Engl J Med* 2006 ; 355 : 2725-32.
- 11) Lee TB, Baker OG, Lee JT, Scheckler WE, Steele L, Laxton CE. Recommended practices for surveillance. *Am J Infect Control* 1998 ; 26 : 277-88.
- 12) Gaynes RP, Horan TC. Surveillance of nosocomial infections. In: Mayhall CG, ed. *Hospital Epidemiology and Infection Control*. 2nd ed. Baltimore: Williams and Wilkins, 1999 : 1285-1317.
- 13) Hughes JM. Study on the efficacy of nosocomial infection control (SENIC Project): results and implications for the future. *Chemotherapy*. 1988 ; 34 : 553-61.
- 14) Haley, R.W., Morgan, W.M., Culver, D.H., White, J.W., Emori, T.G., Mosser, J., et al. Update from the SENIC project. *Hospital infection control: recent progress and opportunities under prospective payment*. *Am J Inf Control* 1985 ; 13 : 97-108.
- 15) CDC, HICPAC. Guidelines for the Prevention of Intravascular Catheter-Related Infections. *MMWR* 2002 ; 51(RR-10): 1-26
- 16) 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.
- 17) 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

- 18) Coopersmith CM, Rebmann TL, Zack JE, et al. Effect of an education program on decreasing catheter-related bloodstream infections in the surgical intensive care unit. *Crit Care Med* 2002 ; 30 : 59-64
- 19) Ivy DD, Calderbank M, Wagner BD, et al. Closed-hub systems with protected connections and the reduction of risk of catheter-related bloodstream infection in pediatric patients receiving intravenous prostanoid therapy for pulmonary hypertension. *Infect Control Hosp Epidemiol* 2009 ; 30 : 823-9.
- 20) Rasero L, Degl' Innocenti M, Mocali M, et al. Comparison of two different time interval protocols for central venous catheter dressing in bone marrow transplant patients: results of a randomized, multicenter study. The Italian Nurse Bone Marrow Transplant Group (GITMO). *Haematologica* 2000 ; 85 : 275-9.
- 21) Raad I, Hanna HA, Awad A, et al. Optimal frequency of changing intravenous administration sets: is it safe to prolong use beyond 72 hours? *Infect Control Hosp Epidemiol* 2001 ; 22 : 136-9.
- 22) Warren DK, Zack JE, Mayfield JL, et al. The effect of an education program on the incidence of central venous catheter-associated bloodstream infection in a medical ICU. *Chest* 2004 ; 126 : 1612-8.