①－1、②－2　共通テキスト

デバイス関連感染防止対策

札幌医科大学附属病院　感染制御部
中江　舞美

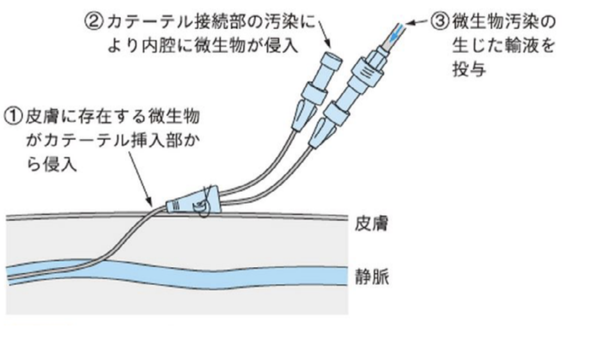
Ⅰ. デバイス関連感染とは

デバイス（医療器具）の挿入に関連して発生する感染をデバイス関連感染（Device related infection）とよぶ。医療関連感染のなかでも、デバイス関連感染症（血管内留置カテーテル関連血流感染、尿路カテーテル関連尿路感染、人工呼吸器関連肺炎）の占める割合は高い。

1. 血管内留置カテーテル由来血流感染
（catheter related blood stream infection：CRBSI）

CRBSIは、血管内に留置されているカテーテルに細菌が定着、増殖し菌血症を発生したことをいう。後述する中心ライン関連血流感染（central line-associated bloodstream ingection:CLABSI）とは意味が異なり、患者の診断・治療時に用いられる臨床上の定義でである。CRBSIは、発症すると重症化しやすく、死亡リスクを高める。CRBSIを予防するためには、正しい知識をもち予防策を実践する必要がある。

図 1 CRBSIの主要な感染経路



「坂本史衣：基礎から学ぶ医療関連感染対策─標準予防策からサーベイランスまで，改訂第 3 版，p.44，2019，南江堂」より許諾を得て転載.

1-1　CRBSIの主要な感染経路（図1）

①カテーテル挿入部（外表面）からの侵入

挿入時の不適切な手技や不適切な挿入部の管理により、細菌・微生物が皮下のカテーテル経路やカテーテル表面に沿って血管内に侵入する。その多くは皮膚に定着している細菌叢である。挿入部位の皮膚の常在菌やコロニー形成の数により感染率は異なる。挿入部位別の血流感染発生率と合併症の発生率を表1に示す。

②カテーテル接続部（内腔）の汚染

長期間カテーテルを留置している場合、カテーテルの接続部（アクセスポート）には多数回の操作が加えられる。そのため接続部はCRBSIの感染源となりやすい。カテーテル接続部はアルコール用いて「ごしごしこする」ように（擦式･Scrubbing）消毒し、表面･側面の汚染を取り除くことが必要である。

③薬液の汚染

高カロリー輸液を薬剤部のクリーンベンチ内で無菌混合した場合は細菌が検出されなかったことに対して、病棟で混合した場合は14.7%に好気性菌が検出され、病棟での混合には高いリスクが伴う。その一方で、看護師が各々の病棟にて輸液を混合している中では、管理が適切に行われれば、無菌下で混合する場合と汚染頻度は変わらないという報告もある。作業工程数と事故、感染の機会には強い相関があるため[1]、混合する薬剤は最小とし、薬剤調整時は無菌操作を厳重に行う必要がある。

1-2　CRBSIの主要な起因菌

CRBSIの主要な起因菌として、コアグラーゼ陰性ブドウ球菌、黄色ブドウ球菌、腸球菌、カンジダ属があげられる。わが国におけるCRBSIの集団感染は、セラチア菌のヘパリン生食や消毒用綿花の汚染によるものや、リネン類が伝播の一因となったバチルス菌なども報告されている。

1-3　CRBSI予防策[2]

CDCガイドラインで推奨されるCRBSI予防策を表2に示す。

2. 尿道留置カテーテル関連尿路感染
（catheter-associated urinary tract infection：CAUTI）

尿路感染症は、病院感染症のなかでも多くを占め、急性期施設では、尿道カテーテルに関連するUTIが多い。CAUTIの多くは無症状のまま経過し、カテーテルの抜去に伴いほとんどが自然治癒する。しかし高リスクの患者においては、感染が長期化し、前立腺炎、副睾丸炎、腎盂腎炎、菌血症などの合併症を招くことがある。

表1 カテーテル挿入部位別　血流感染/Catheter Colonization/合併症

	大腿vs鎖骨下				内頸vs鎖骨下				大腿vs内頸			
	大腿	鎖骨下	HazardRatio（98%CI）	Pvalue	内頸	鎖骨下	HazardRatio（98%CI）	Pvalue	大腿	内頸	HazardRatio（98%CI）	Pvalue
カテーテル数	875	878			984	981			1,140	1,145		
カテーテル使用日	5,198	5,739			6,573	6,651	2.3		6,658	7,427		
血流感染	11	4	3.4（1.0-11.1）	0.048	13	6	2.3（0.8-6.2）	0.11	15	21	0.9（0.5-1.8）	0.81
Catheter Colonization	107	39	3.4（2.4.-5.0）	＜0.001	104	42	2.5（1.7-3.5）	＜0.001	145	121	1.6（1.2-2.0）	0.003
機械的合併症	6	18	0.3（0.1-0.8）	0.03	12	22	0.5（0.3-1.1）	0.009	7	13	0.5（0.2-1.4）	0.19

Jean-Jacques Parienti,etal;Intravascular Complications of Central Venous Catheterization by Insertion Site
N Engl J Med 2015;373:1220-9.,

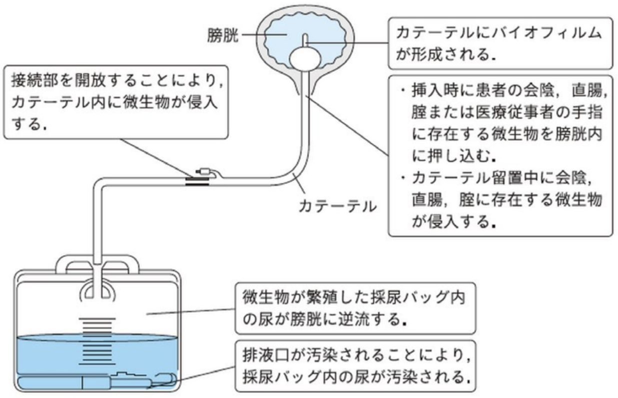
表２ CRBSI予防策

項目	推奨される対策
手指衛生	・手指衛生は、血管内留置カテーテルの挿入、交換、アクセス、修復、ドレッシングの前後だけでなく、カテーテル挿入部位の触診の前後にも行わなければならない。
カテーテルの材質、ルーメン数	・細菌が付着しにくく抗血栓性の高いものを選択する。 ・必要最小限のポート数またはルーメン数を使用する。 ・クロルヘキシジン／スルファジアジン銀またはミノサイクリン／リファンピン含浸CVCは、包括的予防策の導入後もCLABSI率が低下していない場合において、カテーテル留置が5日を超えると見込まれる患者に使用する。
挿入部位の選択	・非トンネル型CVC留置に伴う感染リスクを最小限に抑えるため、成人患者では、頸部や大腿部位ではなく、鎖骨下部位を使用する。 ・挿入部位のメリットと、機械的合併症（例：気胸、鎖骨下動脈穿刺、鎖骨下静脈裂傷、鎖骨下静脈狭窄症、血胸、血栓症、空気塞栓症、カテーテル誤留置）のリスクを比較して考慮する。 ・鎖骨下静脈狭窄症を避けるため、血液透析患者および進行腎疾患患者では鎖骨下部位を避ける。
バリアプリコーション	・CVC、PICCの挿入またはガイドワイヤー交換の際に、マキシマル・バリアプリコーション（キャップ、マスク、滅菌ガウン、滅菌手袋、全身用の滅菌ドレープの使用を含む）を用いる。
皮膚消毒	・中心静脈カテーテルおよび末梢動脈カテーテル挿入前とドレッシング交換時に>0.5%クロルヘキシジンアルコール製剤で皮膚を消毒する。クロルヘキシジンに禁忌がある場合、ヨードチンキ、ヨードフォア、70%アルコールのいずれかを代替消毒薬として使用する。 ・末梢静脈カテーテル挿入前に消毒薬（70%アルコール、ヨードチンキまたはグルコン酸クロルヘキシジンアルコール製剤）で皮膚を前処置する。
ドレッシング剤	・挿入部のドレッシング材は滅菌されたものを使用し、湿ったり緩んだり汚れた場合に交換する。 ・滅菌ガーゼまたは滅菌透明ドレッシングのいずれかを使用する．血液がカテーテル挿入部位から滲出している場合はガーゼドレッシングが望ましい。 ・短期CVC部位で使われるドレッシングは、ガーゼドレッシングの場合2日ごと、透明ドレッシングの場合は少なくとも7日ごとに交換する。ただし、カテーテルを取り外すリスクがドレッシング交換のメリットを上回るおそれのある小児患者については、この限りではない ・抗菌薬配合の軟膏やクリームは、真菌症と抗菌薬耐性を助長する可能性があるため、挿入部位に局所使用しない（透析カテーテルの場合を除く） ・18歳以上の患者の場合：短期間の非トンネル中心静脈カテーテルの挿入部位は、カテーテル由来血流感染（CRBSI）またはカテーテル関連血流感染（CABSI）を減らすことがFDAで認可されたクロルヘキシジン含浸ドレッシングで保護する（2017年7月更新）
カテーテル・輸液セット	・輸液セットの交換は、96時間以上の間隔を空け、長くとも7日毎に交換する。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混合注入、または単独注入するもの）を投与するのに用いられる点滴ラインは、点滴開始から24時間以内に交換する。 ・輸液製剤は、吊り下げから24時間以内に注入を終了する。脂肪乳剤単剤の場合は、12時間以内に注入を終了する。プロポフォール注入液の投与に使用する点滴ラインは、製造元の推奨どおりに、6時間または12時間ごとに交換する。 ・中心静脈カテーテルの定期的な交換は推奨しない。 ・適切な消毒薬（クロルヘキシジン、70%アルコールポピドンヨード、ヨードホール）用いてポートを拭き、滅菌された機器のみをポートに接続する。 ・1回用量のバイアルを複数人で共有してはいけない。また多用量バイアルを使用する場合は、滅菌器具でバイアルを穿刺し、メーカーの使用に従い保管する。 ・成人患者では、末梢カテーテルは、感染と静脈炎のリスクを減らすために、72～96時間毎を超える頻度で交換する必要はない。小児患者では、末梢カテーテルは、臨床的に必要なときに限り交換する。
その他	・再挿入の回数や機械的合併症低減のために、利用できる場合は超音波ガイド下でカテーテルを留置する。超音波ガイドはその使用に熟練した者のみが使用する。 ・不要になった血管内留置カテーテルは速やかに抜去する。

2-1　CAUTIの主要な感染経路

CAUTIの主な感染経路は、尿道カテーテルの外側を通るルートとして、①尿道カテーテル挿入時に微生物が膀胱内に押し込まれる経路②陰部に定着した微生物が尿道カテーテルより侵入する経路がある。さらにカテーテルの内側を通るルートとして、①カテーテルとランニングチューブ接続部の開放②蓄尿バッグの排液口からの微生物の侵入③尿の逆流④バイオフィルムによる菌の放出などがあげられる（図2）。

図2 CAUTIの主要な感染経路



「坂本史衣：基礎から学ぶ医療関連感染対策―標準予防策からサーベイランスまで，改訂第３版，p.55，2019，南江堂」より許諾を得て転載.

2-2　CAUTIの主要な起因菌

CAUTIは、尿道、直腸、膣に保菌するグラム陰性桿菌による内因性感染が一般的であるが、汚染された医療従事者の手指や器材などを介した外因性感染もある。主要な起因菌は、大腸菌とカンジダ属であり、腸球菌属、緑膿菌、肺炎桿菌、エンテロバクター属がそれに続く。カテーテルの留置期間が30日以内の患者では、単一の菌によるCAUTIが多く、それより長期間留置している患者では複数の菌によるCAUTIが発生している。

2-3　CAUTI対策[3)]

①不要なカーテルの抜去

カテーテル留置による細菌尿の発生は留置日数の長期化に伴い増加し、1日当たり3～10%感染リスクが高まり、30日後にはほぼ100%となる。最も確実で効果のある CAUTI予防策は、不要なカテーテルの留置を避けることである。術後のカテーテル留置においても、留置日数が1日の場合は、3日間または5日間の留置と比べて、細菌尿の有意な減少がみられる。一方、尿閉および症候性尿路感染症の発生に差はないことから、術後はできるだけ早く（24時間以内が望ましい）カテーテルを抜去することを強く推奨している。尿道カテーテル留置にあたっては、適応基準を定め、留置の必要性を適正に見極めること、不要になったカテーテルを1日でも早期に抜去することが重要である。CDCの尿道カテーテル留置の適応基準を表3に示す。

表3 尿道カテーテル留置の適応基準

尿道留置カテーテルの適切な使用例
●・急性の尿閉または下部尿路閉塞のある患者
●・正確な尿量測定が必要な重篤な患者
●・特定の手術処置における周術期使用
泌尿器科手術
長時間手術（カテーテルは麻酔後に回復室で抜去する予定）
大量の点滴や利尿剤が投与される可能性
尿量のモニタリングが必要
●・尿失禁患者において、仙骨または会陰部の開放創の治癒を促進するため
●・長期間の固定を要する患者（椎体の不安定さや骨盤骨折のためなど）
●・終末期ケアにおける快適さを改善するため
尿道留置カテーテルの不適切な使用例
●・仙骨部や会陰部の開放創がない患者の尿失禁ケアの代わり
●・自排尿が可能な患者の採尿手段
● 適切な理由のない術後長期間の使用

Guideline for Prevention of Catheter-associated Urinary Tract Infections 2009, CDCより引用

②尿道カテーテルの無菌的挿入と閉鎖式導尿システムの維持

カテーテルと蓄尿バッグがあらかじめ接続され一体化した閉鎖式カテーテルセットの使用は、無症候性細菌尿の発生を遅延させる。UTIの予防においては、閉鎖を保つために、カテーテルと採尿バッグの接続部をはずさないことが重要である。カテーテルや採尿バッグの交換が必要な場合にも、どちらかのみ交換するのではなくバッグとカテーテルを含めた一式全てを交換する必要がある。

③尿の逆流防止と停滞のない尿流

カテーテルの閉塞は逆行性感染の原因となるので、尿は常に流れているように保ち、クランプはできるだけしない。採尿バッグは常に膀胱よりも低い位置に保ち（床に接触しない）、尿の流れが遮られないように管理することが重要である。また、排液口が不潔な容器に接すると、接触した菌が バッグ内に侵入し、尿の中で増殖する。最低24時間あればこの菌は、逆行性に膀胱内に

到達する。採尿バッグの尿を廃棄する際は、排液口が不潔にならないように注意する。

④カテーテル交換

定期的なカテーテル交換を行っても、無症候性細菌尿および症候性細菌尿の発生に差はなく、UTI予防を目的とした定期的なカテーテルまたは採尿バッグの交換は推奨されていない。カテーテルの交換は、感染や閉塞のような臨床的な適応に基づくか、閉鎖式システムが損なわれたときなど必要により交換する。

⑤尿道口のケアとカテーテルの固定

尿道カテーテルは、カテーテル経が細い方が尿道の損傷や刺激が少ないため、尿の流量が確保される内腔の、出来るだけ細いサイズを選択する。カテーテルの固定不良は、カテーテルのズレや移動を生じ、会陰に定着している細菌を押し込むことがある。留置カテーテルはズレや尿道の牽引のないように、女性は大腿部、男性は陰茎を頭部に向けて下腹部に固定する。

⑥カテーテル挿入部のケア

1日2回のポドンヨード液や石鹸水による陰部のケアは、閉鎖式カテーテル使用患者におけるCAUTI予防に効果がなかったと報告されている。これはカテーテル挿入部の過度なケアが、カテーテルの移動や摩擦により、かえって尿道や陰部の粘膜を損傷するためと考えられている。排便後の汚染は速やかに除去し、カテーテル挿入部のケアは感染防止の目的ではなく不快感を除くために、分泌物の程度に応じて石鹸と流水でやさしく愛護的に洗浄する。

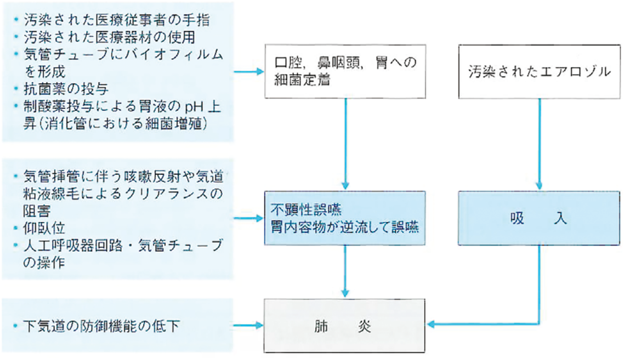
3. 人工呼吸器関連肺炎
（VAP：Ventilator Associated Pneumonia）

VAPは、気管挿管後人工呼吸器管理により発症する医療関連感染の一つである。VAPの合併は、入院期間、医療費や死亡率などを増加することが報告されており、VAPの発症を予防することは重要である。

3-1　VAPの感染経路

VAPは気管内チューブや、口腔内、副鼻腔、上気道、胃に定着した病原菌が、カフ周囲や人工呼吸器回路からチューブ内を通じて、下気道へ誤嚥する経路と、汚染エアロゾルをネブライザーなどにより吸入する経路があげられる。咳反射の低下や気道繊毛運動の低下に伴う正常な気道防御能の破綻は、誤嚥のリスクを高める。VAP発生のメカニズムを図3に示す。

図3 VAP発症のメカニズム



「坂本史衣：基礎から学ぶ医療関連感染対策―標準予防策からサーベイランスまで，改訂第 3 版，p.61，2019，南江堂」より許諾を得て転載.

3-2　VAPの主要な起因菌

VAPは肺炎の発症時期により、気管挿管4日以内に発症したEarly-onset VAP（早期VAP）と気管挿管5日以降に発症したLate-onset VAP（晩期VAP）に分類される。早期VAPでは耐性菌による発症は少なく、インフルエンザ菌、肺炎球菌、メチシリン感受性黄色ブドウ球菌（MSSA）、大腸菌、クラブシエラ属、プロテウス属が主要な起因菌である。晩期VAPの起因菌は、緑膿菌やメチシリン耐性緑膿菌（MRSA）、アシネトバクター属、多剤耐性菌が多い。

3-3　VAP予防策[4) 5)]

①半坐位の保持

半座位（30〜45°）は仰臥位と比べて、胃内容物の不顕性誤嚥（マイクロアスピレーション）が少なく、VAP発生が低率と考えられてきた。しかし目標とする45°の半座位保持は現実的には困難で、実際に行えたのは平均28°程度の頭位保持であり、28°と10°の比較ではVAPの発生頻度に差はなかったことが報告されている。半坐位保持は、仙骨部への加重やずれを生じ褥瘡発生リスクとなる。また、循環変動、患者ストレスも増大させる。しかし、誤嚥予防の観点から、特に経腸栄養時には頭部挙上が推奨される。医学的に禁忌でなければ、頭部を30〜45°挙上し他の有効なVAP対策と併せて実施する。

②カフ圧の管理

口腔ケアの際には、洗浄時の汚染物の垂れ込みを懸念し、従来口腔ケア前にカフ圧を高圧にしていた。しかしケア後の適正圧への戻し忘れによる虚血

性気道損傷の危険性を考慮し、現在は適正圧（20～30cmH2O）でのケアが望ましいとされている。

③声門下の分泌物のドレナージ

声門下分泌物持続吸引（continuous aspiration of subglottic secretion：CASS）は、背側に開口する独立した吸引口が設けられており、カフ上部に貯留した分泌物を持続的または間欠的に吸引する方法である。CASSはVAP予防（特に早期VAP）に効果があったとの報告がある。しかし、CASS使用によると考えられる気管損傷により気管食道瘻を併発した症例の報告もあり、使用にあたっては注意が必要である。

④気管吸引

気管内吸引カテーテルには開放式と閉鎖式があるが、差がないとする報告がある一方で、開放式に比べ閉鎖式システムはVAPの予防効果を示す報告もある。酸素化の維持と肺容量の低下予防では、開放式吸引と比べて閉鎖式吸引が優れており、日本呼吸療法医学会の気管吸引ガイドラインでは、「閉鎖式がより優れるというエビデンスはないものの、開放式に比べて酸素化と肺容量の維持という点では明らかに優れている。そのため、気道を開放することにより低酸素に陥りやすい急性肺損傷など呼吸不全患者の人工呼吸中では閉鎖式吸引システムの使用を推奨する」としている。

⑤人工呼吸器回路

人工呼吸器回路を定期的に交換しなくてもVAPの発生率は変わらないとする報告があり、VAP予防を目的とした定期的な交換は推奨されていない。人工呼吸器回路の交換は、明らかな汚染が起こった場合、あるいは破損のある場合に交換する。回路内の結露は、グラム陰性桿菌群などの菌の温床となりうるため、結露の逆流予防および結露排除時の清潔な取り扱いに注意が必要である。

⑥口腔ケア

一般的なうがいや、歯ブラシを使用した口腔内洗浄によるVAP予防については明確な根拠が得られていない。気管挿管患者は、口腔内の自浄作用が低下し、口腔内が乾燥しやすい。口腔内の乾燥は、汚染物が歯や粘膜に固着しやすく、口腔内常在菌の増加につながるため、口腔内の清浄化や保湿が重要である。歯垢は「バイオフィルム」の性質を持ち、歯に強力に付着している。歯垢は、洗浄する程度では除去することができず、物理的情掃でのみ除去できるため、歯垢の除去にはブラッシングが必要である。

Ⅱ. デバイス関連感染サーベイランス

ターゲットサーベイランスの中でもデバイス(医療器具)関連感染サーベイランスは、特定のデバイスを使用している集団をターゲットとする。代表的なデバイス関連感染サーベイランスを表4に示す。

表4 代表的なターゲットサーベイランス

・中心ライン関連血流感染サーベイランス central line-associated blood stream infection（CLABSI）
・尿道留置カテーテル関連尿路感染サーベイランス urinary catheter associated urinary tract infection（UTI）
・人工呼吸器関連肺炎サーベイランス ventilator-associated pneumoniae（VAP）

1. デバイス関連感染の定義

疾患の診断･治療に用いる疾患定義と、デバイス関連感染サーベイランスの判定定義は異なる。臨床診断においては、画像検査や血液検査などの臨床検査を要し、それらの所見や症状･徴候から判断するが、疫学的な調査を目的としたサーベイランスでは、比較的単純な定義（判断基準）が使用される。判定する人によって見方や感染の基準が異なると信頼性のあるデータとして評価できなくなる。また他施設やベンチマークとの比較も出来なくなる。したがって、サーベイランスにおける感染の判断は、統一した判定基準を用いることがが重要である。判定基準には、一般に米国の疾病管理予防センター（Centers for Disease Control and Prevention: CDC）の NHSN、厚生厚労省院内感染対策サーベイランス事業（JANAS）や日本環境感染学会JHAIS委員会の定義が用いられる。

参考文献

1. 日本静脈経腸栄養学会編集, 静脈経腸栄養ガイドライン 第3版. 照林社.2014年
2. CDC:Guidelines for the Prevention of Intravascular Catheter-Related Infections, 2011

https://www.cdc.gov/infectioncontrol/guidelines/bsi/index.html

3. CDC:Guideline for Prevention of Catheter-associated Urinary Tract Infections, 2009.
https://www.cdc.gov/infectioncontrol/guidelines/cauti/index.html
4. Guidelines for the Management of Adults with Hospital-acquired, Ventilator-associated, and Healthcare-associated Pneumonia, All AJRCCM Issues,Vol. 171, No. 4 Feb 15, 2005
5. 志馬伸朗著,人工呼吸器関連肺炎のすべて、エビデンスに基づく予防・診断・治療.南江堂.2010年気管吸引ガイドライン改訂ワーキンググループ;気管吸引ガイド ライン2013(成人で人工気道を有する患者のための),人工呼吸　Jpn J Respir Care 2013;30:75-91