１．感染症と給排水設備

病院における給排水設備の衛生管理　バイオフィルムとの闘い

黒木俊郎　岡山理科大学　Hospital Water Hygiene研究会

病院の給排水設備の衛生管理ではバイオフィルム（以下「BF」）内で増殖・定着する病原細菌や薬剤耐性菌（以下「病原菌など」）に留意しなければならない。ここでは病院やBFの特徴および対策を概説する。

１．病院の特徴

病院の建物は多くの個室から成り、各部屋に給排水設備が設置され、多くの人々が出入りする点がホテルやマンションなどの集合住宅と類似する。しかし、病院は衛生管理面における以下のような特徴を有している。

１）高感染リスク者の存在

利用者の感染リスク（感染症に罹患する危険性）は低リスクから高リスクまで幅広く、多数の高感染リスク者が利用する。

２）薬剤耐性菌の存在

治療や予防の目的での抗生物質の使用により薬剤耐性菌が出現し、あるいは他所から患者により持ち込まれる。

３）病原菌などに適した環境

安定した環境の提供のために建物内の温度が一定に維持され、BFや病原菌などが増殖しやすい。

４）病原菌などが伝播しやすい環境

病院内では医療従事者などが個室間を行き来し、医療行為や看護のために人との接点が密であり、病原菌などが広がりやすい。

２．BFの特徴

細菌は適切な環境下では、物の表面に膜状の集合体であるBFを形成する。近年の研究により、BFは単なる集合体ではなく組織化された構造と機能を有し、細菌間で遺伝物質や化学物質を介したコミュニケーションを行う微生物コミュニティーであることが明らかにされた。

BFは細菌が産生する細胞外高分子物質（以下「EPS」）により形作られる。ここで細菌や真菌が生息・増殖し、EPSに覆われて外部からの様々な刺激（消毒、抗生物質、酸化、捕食など）から守られる。EPSは消毒剤が細菌に達することを妨げ、BFや病原菌などの除去を困難にしている。

病院内の排水設備のBF内に薬剤耐性菌が長期間定着することが知られている。また、BFでは多数の細菌種が密に生息し、これにより薬剤耐性菌は耐性関連遺伝子を同種の細菌のみならず、他種の細菌にも伝達する。こうしてBFは薬剤耐性菌と薬剤耐性関連遺伝子の貯蔵・供給源となる。

３．給排水設備が関連する院内感染

病院給排水設備でのBFの形成は院内感染の発生につながる。すなわち、給水・給湯系配管や蛇口内のBFで増殖・定着したレジオネラ属菌などの病原菌は、蛇口（シャワーを含む）の利用時に飛沫とともに飛散し、吸い込むことで利用した患者や医療従事者が感染する。蛇口やシンクの底面、排水口内のBFで増殖・定着した薬剤耐性菌は、蛇口の利用時に蛇口水とともに飛散し、あるいはシンクの底面や排水口のBFが蛇口水により破壊されて飛散し、利用した患者や医療従事者あるいはシンクの周辺に付着する。患者や医療従事者が付着した部位を手で触れ、手指を介して患者の口や粘膜に達して薬剤耐性菌を保有するに至る。

４．対策

（１）ゾーニング

病院の利用者のうち、低感染リスク者に合わせた対策では高感染リスク者が感染する可能性が高くなる。一方、高感染リスク者に合わせた対策では低感染リスク者に対する過剰な衛生管理になる。そこで、利用者の感染リスクに基づいて複数のゾーンを設定し、ゾーンごとに配管系統、設備や機器の種類と設置数、材質などを変えることが推奨される。これにより対策の選択肢を増やし，効率的かつ効果的な病原細菌などの防除対策の実施が可能になる。

（2）BFが形成されにくい材質の選択

BFが形成されにくい材質として銅、ポリブチレン、ステンレスがあり、ゴム、ポリエチレン、塩素化ポリ塩化ビニル、非可塑化ポリ塩化ビニル、鉄、エチレン-プロピレンなどは形成を促進するとされる。対策としてBFが形成されにくい材質で作られた設備や機器を使用する。

（3）給水・給湯系設備の管理

1）塩素消毒

給水・給湯系設備の消毒には次亜塩素酸ナトリウムを用いた遊離塩素による消毒が多用される。海外では、BFへの浸透性が高いという特性からモノクロラミンを用いる例がある。

2）温度管理

中央式給湯設備の水温を60℃以上に設定し、戻り水は55℃以上にすることでBF形成を防ぐことができる。滞留部の温度低下を防ぐために、滞留部の除去といった適切な管理が必要である。

3）フラッシング（通常時および緊急時）

蛇口を使用しないと近位の配管中の水が滞留し、塩素濃度や水温の低下によりBFが形成されやすくなる。そこで、定期的なフラッシングにより遊離残留塩素濃度や水温を高く維持する。給湯系設備内にレジオネラ属菌が増殖するといった緊急時には、BFの除去やレジオネラ属菌の排除のために60℃以上に設定してフラッシングを行う。

4）Point-of-use（POU）フィルター

蛇口やシャワーに装着し、フィルターで病原菌などを物理的に取り除く（写真1）。病院では高感染リスク者がいるエリアで使用されることが多い。

写真1　POUフィルター　画像提供：Cytiva

（4）排水系設備の管理

1）清掃と消毒

シンクの底面や排水口のBFへの基本的な対策は、清掃・消毒とされるが、BFは短時間で形成されるため頻繁に実施しなければならない。消毒剤の選択、清掃・消毒作業の標準化、スケジュール作成、作業評価などの綿密なプランが必要である。消毒剤の代わりに加圧蒸気を利用する方法もある。

2）加熱によるBFの除去

シンクのトラップに設置して、シンクの利用時に加熱と振動によりBFを除去する装置（ヒート・バイブレーション・デバイス）やスケジュールに従って排水管を加熱し、BFの形成を防止する装置（写真2）が開発されている。いずれもBF対策に有効であることが報告されている。

3）飛沫発生の防止

蛇口からの水が直接排水口に当たるとBF中の薬剤耐性菌が飛散し、周囲を汚染する。排水口の位置を蛇口水が直接当たらないようにし、BFを含む飛沫の発生を抑えることができる。また、シンクの形状により飛沫の発生度合いは異なり、浅いシンクは飛沫が周囲に飛びやすいとされている。飛沫を減少させるための形状が検討され、実際に使用されている（写真3）。排水口に特殊な蓋を設置する方法もあり、蛇口水が直接排水口に当たらず、逆流やBFの飛散を防止することが報告されている。

写真2　排水管加熱装置
画像提供：モレーンコーポレーション

写真3　手指衛生用シンク
画像提供：サラヤ

4）シンクの撤去

ICUの手指洗浄用シンクを撤去するという実験的研究が行われ、入院患者での薬剤耐性菌を含む細菌の保有率が有意に減少し、入院期間が長いほど減少率が大きかったとの報告がある。しかし、手指洗浄などの水を使用する作業の代替法を検討する必要がある。

まとめ

給排水設備の設置による身近な水の利用には多くのメリットがある。一方で、BFが形成されるというデメリットがある。このデメリットから受ける影響は病院という特殊な環境においては特に顕著になる。BFの管理に関する研究や開発の進展が大いに期待される。