

表 2 サーベイランスの種類と内容

Infection-based Surveillance
<ul style="list-style-type: none"> ・実際の感染患者数を感染率として把握 ・病棟あるいは病態ごとに感染率のベースラインを設定 ・ICN や ICP が実施する
Laboratory-based Surveillance
<ul style="list-style-type: none"> ・病棟、材料別の各種分離菌の検出状況 ・病棟、材料別の各種耐性菌の検出状況 ・薬剤感受性成績（薬剤感受性パターン） ・保菌者情報

表 3 感染率 (infection rates)

分子：感染した患者数もしくは感染症数 分母：入院日数の総計；総入院数 (Patient-days) 器具の装着日数 (Device-days) (Central-days) など、病院全体あるいは病態別に異なる * Surgical wound infection rates については NNIS surgical wound infection risk index に基づいて計算

1) Infection-based Surveillance

Infection-based Surveillance とは病院感染発症患者の具体的な数から、それぞれの病院（あるいは病棟、特殊病態にある患者）におけるインフェクション・レート（感染率：病院感染の発生率）を把握するものである（表 3）。このインフェクション・レート（感染率）は、分子には感染した患者数もしくは感染症数をあて、分母には入院日数の総計（Patient-days）やカテーテルなどの医療器具の装着日数（Device-days, Central line-days）などをあてはめて計算され、病院、あるいは病棟ごとのインフェクション・レート（感染率）の平均値（ベース・ライン）として把握される。このような感染率のベース・ラインを継続して見ていくことで、アウト・ブレイク発生 の把握もより容易になり、より迅速な感染対策を行うことができることとなる。

この Infection-based Surveillance は欧米では Infection Control Nurse (ICN) や Infection Control Practitioner (ICP) が行っている場合が多い。

2) Laboratory-based Surveillance

検査部はルチン業務として、患者材料からの感染症の原因微生物の検出・同定や薬剤感受性試験を実施しており、これらの情報は先に述べた Infection-based Surveillance を行う際の重要な参考データとして利用されている。

病院感染対策における検査部の重要な業務としては、この個別的な情報提供以外に、病院全体あるいは病棟全体の感染疫学情報の把握 (Laboratory-based Surveillance) を行い、その情報提供を行うことが挙げられる。

Laboratory-based Surveillance から得られる重要な感染疫学情報としては、入院中の全患者からの各種微生物検出状況（材料別、病棟別など）や年次推移、薬剤感受性成績（薬剤感受性パターン）、耐性菌の検出状況保菌者情報などで、これらの疫学情報は病院感染対

策をよりの確に行っていく上で極めて重要で有意義な情報となる。すなわち、MRSA を含め、病院感染を起こす可能性が高い微生物が検出された場合、これまでは主治医のみが情報を把握していたのにすぎなかったものが、病棟全体、あるいは病院全体で情報が共有化されることとなり、これまでよりも容易に患者の隔離や消毒などを含めた予防対策の徹底がはかれることになる。

3. 欧米におけるサーベイランスの実際

欧米におけるサーベイランスは米国では CDC、英国では CPHL などの機関が中心となり、病院感染の定義の設定および各種感染症診断基準の設定を行っているほか、サーベイランスの指導・教育、疫学データの収集などが行われている。

特に米国では CDC の指導のもと、全米で約 100 を超える病院が参加し、National Nosocomial Infections Surveillance (NNIS) が行われ、各種病院感染の疫学データが収集されている (表 4)。CDC では特にサーベイランスのために、Surgical Wound Infection をはじめとする各種感染症の診断基準を設定している。これらの診断基準の内、下気道感染症の診断基準では、胸部 X 線で肺炎陰影が無いことや、各種症状、経気管吸引法 (TTA) で起炎微生物を検出することなどが診断基準として設定されており、統一された客観性のある感染症診断を行うことが可能となっている。また、NNIS では、サーベイランス用にコンピューターのソフトウェアが組み入れられ、そのワークシートに沿ってデータを入力するだけで自動的にデータの収集が行われるシステムになっている。

また、この NNIS も時代とともに変遷が見られており、1986 年以前の“すべての入院患者において病院感染症発症の有無のチェック”を行うという Hospital-wide Surveillance から、1986 年以降はリスクを重視した Targetting Surveillance (標的サーベイランス) が取り入れられてきている。これは、病院内において特に病院感染対策が必要なリスクが高い患者あるいはそのような患者が入院している部署でのサーベイランスを特に重点的に行うといったものである。現在、これらの標的サーベイランスとしては、“ICU 入院患者において院内感染症発症の有無のチェック”を行う Adult and Pediatric Intensive Care Unit Surveillance、“ハイリスクな新生児において院内感染症発症の有無のチェック”を行う High-risk Nursery Surveillance、“外科手術患者において院内感染症

表 4 欧米におけるサーベイランスの実際

【中心機関】

- ・米国：CDC (Centers for Disease Control and Prevention)
- ・英国：CPHL (Center Public Health Laboratory)

【指導内容】

- ・「病院感染」の定義の設定 (各種感染症診断基準の設定)
- ・サーベイランスの指導・教育
- ・疫学データ収集 (米国では、CDC の指導のもと、全米で 100 を超える病院の参加により、各種疫学データが収集されている。
：NNIS ; National Nosocomial Infections Surveillance)

【実施者】

ICP, ICN

表 5 サーベイランスにおける今後の課題

-
- * 病院としての感染対策の組織化・システム化の確立
 - ・ 中心機関の設置（感染管理室、感染症対策チームなど）
 - ・ 臨床と検査室の協力体制（密接なコミュニケーション）
 - ・ 院内ネットワークシステムの確立

 - * 感染症や耐性菌の判断基準の統一化
 - ・ 感染症診断基準の設定（CDCなどの診断基準も参考に）
 - ・ 耐性菌の同定および耐性の判断基準の統一化（同定法、感受性測定法の標準化）

 - * 専門家の育成・教育
 - ・ ICD、ICN、ICP、臨床微生物専門検査技師、臨床疫学者などの育成・教育
 - ・ 感染制御・管理コース、セミナーなどの開催
-

発症の有無のチェック”を行う Surgical Patient Surveillance などがあり、NNIS に参加している病院はどのサーベイランスを採用しても良いこととなっている。

4. サーベイランスの今後の課題

我が国でも本年度より厚生省の指導による院内感染対策サーベイランスが実施されることとなった。このサーベイランスは全入院患者サーベイランス、集中治療部門サーベイランス、検査部門サーベイランスからなり、Infection-based Surveillance および Laboratory-based Surveillance を包括するものとなっている。

前述したように、サーベイランスの実施は病院感染防止対策の基本となるもので、今後これらのサーベイランスをいかに的確に行っていくかは大きな課題である。欧米における報告では、微生物検査結果に基に病棟に直接出向いて患者さんの状態を把握しサーベイするという Laboratory based Ward Liaison Surveillance 法と呼ばれるサーベイランス法が最も効果的に感染症発症患者を検出できることが報告されており、今後、サーベイランスをより効果的に行っていくためにも、臨床側と検査室側とのより密接な協力体制の確立が必要不可欠であると思われる。

すなわち、サーベイランスにおける今後の課題としては、病院としての感染対策の組織化・システム化の確立、感染症の診断基準や耐性菌の判断指針の統一化、病院疫学者や ICD、ICN、臨床微生物専門検査技師などの感染症対策における専門家の育成、などが挙げられる（表 5）。

そして、その解決には、予算措置を含め、国をあげての総合的なバックアップ対策が必要不可欠であり、今後は、国の中心機関がいかに指導力を発揮していくが非常に重要なキーポイントとなることも再認識しておきたい。

院内感染対策における臨床検査技師の役割

長沢光章（防衛医科大学校病院 検査部）

はじめに

臨床微生物検査の領域では、検査対象として従来からの強毒菌などの細菌検査に加え、日和見感染症の検査、methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* (MRSA)、penicillin-resistant *Streptococcus pneumoniae* (PRSP)、vancomycin-resistant enterococci (VRE) などの耐性菌を含む新興・再興感染症の検査も対象となり大きく変貌してきている。また、原虫、ウイルス抗原・特異抗体、毒素検出の検査に加え、院内感染対策の一つとして環境調査、保菌者検査なども実施され多岐にわたってきている。

一方、検査方法も試験管法による同定検査から簡易同定キット、各種の自動機器が開発・導入され、薬剤感受性検査も国産のディスク拡散法から国際的な Kirby-Bauer ディスク法および自動機器による微量液体希釈法が約 70%の施設に導入されてきた。さらに、血液培養および抗酸菌培養の自動化、遺伝子検査の導入など自動化の波が押し寄せてきている。

その反面、保険点数の引下げなどを手段とした医療経済政策の強化によって、各病院では人員削減を含む検査室の見直しが進み、長い技術的修練を必要とする臨床微生物検査技師の確保にとって厳しい状況となっている。

このような臨床微生物検査を取り巻く環境の変化に対応するためには、従来からの細菌同定および薬剤感受性検査の結果報告だけではなく、付加価値の高いデータを提供するために、微生物検査室および臨床支援システムの再構築、臨床検査技師の意識改革、知識および技術の研鑽が必要である。

院内感染対策における検査室（臨床検査技師）の役割は、単に環境調査や分離菌の頻度・薬剤感受性（耐性）率などの統計を報告するのみでなく、日常検査における正確で迅速な報告、院内感染を疑う事例の早期把握、院内感染対策チーム（ICT）における活動などが挙げられる。

1. 微生物検査臨床支援システムの構築

従来の微生物検査システムは、検査業務の省力化、迅速化にウエイトを占めていたが、今後は臨床支援および院内感染防止対策などの病院管理にも貢献することが必要である。

微生物検査臨床支援システムは、コンピュータ、自動検査装置および従来からの用手法を効果的に組合せた微生物検査システムに、臨床支援を組入れたシステムを構築する必要がある。

1) 臨床および他部門からの患者情報の収集

収集方法には、依頼伝票およびコンピュータシステムによるオーダリングがある。項目として、氏名・所属・依頼などの必須項目、特に目的とする菌・疾患名・症状など検査（方法、内容、報告）に影響する項目および発熱・カテーテル使用の有無・感染症マーカーの

値などの患者情報に区分し、システムにより自動的に得られる項目を整理し、臨床の負担にならない最大限の情報を得る。

2) 患者の状況、臨床からの追加依頼、途中検査結果による検査方法の確立

患者情報、塗抹染色結果により、推定可能菌（真菌、*Campylobacter*、嫌気性菌など）における特殊培地の追加、遺伝子検査（抗酸菌など）の依頼要請・実施、培養陰性時の原虫などの検索、免疫低下・基礎疾患患者における弱毒菌の薬剤感受性検査実施、多剤耐性菌の追加薬剤実施などを行う。

3) 迅速・中間結果報告

血液、髄液から菌が検出された場合、感染症新法の1～4類感染症に指定されている強毒菌および結核菌が疑われる場合などは直接主治医への連絡、問合せを行う。また、塗抹検査結果や自動機器による検査結果自動チェック機能を取り入れたリアルタイム報告を行う。臨床の利点として、早期の治療（薬剤の投与、選択、変更）、院内感染予防（隔離、消毒、教育）などがある。検査室の利点には、無駄な繰返し検査の軽減、自動機器の利点（作業処理能力の向上、熟練度に依存されず再現性のある成績、週休二日制・夜間への対応、精度管理・品質管理の容易）などが挙げられる。

4) 緊急検査への対応

緊急検査として、肉眼的観察、直接鏡検、抗原・毒素検出、増幅法による遺伝子検査などがある。従来、微生物検査には緊急検査という概念がほとんど無かったが、今後、臨床のニーズに応えるため積極的な導入を行うことが望ましい。

検査室での現状および問題点を列記すると、日常検査を中断しても行う価値のあるものの整理、血液・脳脊髄液を中心に実施、迅速検査法が中心となる、患者・医師の状況がつかめない、限られた人員・時間での対応、専任技師、夜間休日における体制が不十分、自動化がほとんどなされていない、検体の輸送・結果の報告体制、積極的なアピールをしない、臨床からの要望・依頼の声が少ないなどが挙げられる。また、臨床においては細菌検査は結果が遅いという概念、推定菌が難しい、抗生物質の投与が比較的容易、感染症専門医が少ないなどがある。

5) 夜間、休日の対応

塗抹検査、抗原検出検査、分離培養の実施などは、検査室全体で取り組み、他部門の臨床検査技師の理解と協力が不可欠である。

6) 付加価値を付けた結果報告

検査結果に対するコメントを付与し、菌種および抗菌剤についての情報も提供する。特に、塗抹検査における推定菌および炎症細胞、貪食の有無、同定菌に対する臨床的意義付け、自施設での検出率・薬剤耐性率など臨床との話し合いによるマニュアル作り、検査室の積極性が必要である。

7) 院内感染対策

患者・病棟・病院ごとの検出菌情報（感染情報レポート）の提供や、クリーンルームの維持管理、汚染状況の把握、環境整備方法のチェックなど必要に応じた意義のある環境検査（セッションⅦ：環境調査法を参照）を実施する（表1）。

また、微生物検査室でモニターすべき院内感染原因微生物を表2に示した。特に、微生物検査室は院内感染を把握できる唯一の場所であることを再認識する必要がある。

表 1 院内感染対策における微生物検査

1. 微生物検査室／微生物検査技師の役割
 - ①正確かつ迅速な検査・報告
早期の治療、他の患者への感染予防
 - ②日常検査におけるデータのチェック、精度管理
病棟あるいは病院内での感染をいち早く把握する
 - ③疑った場合の臨床への連絡、コメント（マニュアル化）
感染症サーベイランス、コミュニケーション
 2. 環境検査の実施
 - ①クリーンルームの維持管理
 - ②一般病室MRSA等院内感染多発時のみ
 - 1) 汚染状況の把握
 - 2) 環境整備方法のチェック
- * 微生物検査室は院内感染を把握できる唯一の場所

表 2 微生物検査室でモニターすべき院内感染原因微生物

- ・ 薬剤耐性菌（*4 類感染症）
 - メチシリン耐性黄色ブドウ球菌（MRSA）*
 - ペニシリン耐性肺炎球菌（PRSP）*
 - バンコマイシン耐性腸球菌（VRE）*
 - 多剤耐性緑膿菌*
 - 基質特異性拡張型β-ラクタマーゼ（ESBL）
 - バンコマイシン耐性MRSA
 - β-ラクタマーゼ非産生アンピシリン耐性インフルエンザ菌（BLNAR）
 - その他
- ・ *Burkholderia cepacia*
- ・ *Legionella pneumophila*
- ・ *Clostridium difficile*
- ・ *Mycobacterium tuberculosis*
- ・ 食中毒原因菌（*Salmonella* など）
- ・ ウイルス
 - HB、HIV、ヘルペスウイルス、インフルエンザウイルス、ロタウイルス
 - 水痘・帯状疱疹ウイルス
- ・ その他
 - クラミジア、他

8) 各種疫学統計

患者情報を加味した分離菌および薬剤感受性（耐性）統計の作成および定期的な提供を行うことが必要である。

コンピュータシステムの導入により、入院・外来別、材料別の分離菌および薬剤感受性（耐性）率、MRSA 保菌者一覧、1～4 類感染症等の検出状況、各種任意・抽出統計などである。年次推移なども含め、表現法として一覧表の他に図式化など考慮する必要がある。しかし、検査室で得られる情報には限りがあるため詳細についてはサーベイランスに依存することも少なくないと思われる。

9) 最新感染情報の収集と提供

病原微生物検出情報による感染症の流行、新たな微生物や耐性菌の出現、菌種名の変更など最新の情報を、雑誌、インターネット、学会などから収集する。また、対応についても十分検討し、臨床へそれらの情報提供を行う。

10) 感染症サーベイランス

感染症サーベイランスは、微生物学的検査の同定、薬剤感受性結果のみでなく感染症マーカー、投与抗菌薬、基礎疾患等、デバイス、検体、転帰など多くのデータの収集を必要とすることから、参加する病院全体での検討、コンセンサスが必要で、ICTなど医師、看護婦、薬剤師、事務等の協力が不可欠である。特に、精度管理のされたデータの提供が必須であることは言うまでもない。平成12年度から厚生省耐性菌サーベイランスが事業化された。(セッションⅢ：感染症サーベイランスの意義と方法を参照)

11) 各種マニュアルの作成

① 精度管理マニュアル

精度管理は、検査目的に適した採取容器の準備に始まり、タイムリーな検体採取、採取後の適切な検体保存・輸送、さらに検体到着確認、検体番号付与、品質管理など検査前の一連の工程および塗抹、培養、同定、薬剤感受性検査、結果報告までの管理基準を定めて検査データの変動要因をチェックし、検査結果の評価を迅速にそして確実に実行することが重要である。

また、検査データを保証するためには日常検査における内部精度管理および外部精度管理への参加などを行う必要がある。

具体的には、検査材料の採取方法、時期および回数、容器、採取量、検査材料の保存と輸送、患者情報の入手、受付と検体番号付与、検査材料の品質評価、染色検査の精度管理、分離培地の品質管理、同定検査（確認培地、簡易同定キット、自動機器、試薬類）の精度管理、薬剤感受性検査の精度管理、検査結果、報告書の確認、保守点検などが項目として挙げられる。

② 検査法マニュアル

検査法マニュアルは、検査材料別分離培地の種類、培養条件、グラム染色方法、表記法、培養結果表記法、釣菌、同定手順、薬剤感受性条件、手順、種類、同定キット、機器、抗血清等の使用法、報告手順、コメント、菌株の保存、疫学統計の種類など詳細な検査手引書を、それぞれの施設毎に作成し、原則的にはそのマニュアルを見ることにより誰でも検査ができることを前提とし、常に改定され、改定日、改定者および責任者のサインも入れることが望ましい。

③ 危機管理マニュアル

検体取り違い防止マニュアル、危険物・毒物管理マニュアル、菌株管理マニュアルなどを作成し、万が一に問題が発生したときはマニュアルに従い迅速かつ適切に対処し、記録として残す必要がある。

12) 業務感染予防のための施設・設備の整備

業務感染の予防も重要な課題であり、知識の習得の他に検査室での安全キャビネットの設置、空調の整備、予防着、マスクなどが必要である。特に、抗酸菌培養検査が小川培地などの固形培地から自動機器による液体培地へ移行する場合には必須である。

2. 臨床微生物検査技師の必要性と役割

臨床微生物検査技師の必要性として、感染症および微生物検査の多種多様化、検査技師の熟練度が検査成績に大きく影響、生涯教育への努力（質的向上）、病院における感染症に

精通している職員の不足などが挙げられる。

また、役割として従来からの塗抹鏡検・同定・薬剤感受性検査に加え、検出菌の意義付け、有効な抗菌薬の選択、治療効果判定、発症予防（監視培養）、疫学調査、院内感染発生の把握、ガイドラインの作成などがある。

3. 臨床微生物検査技師としての資質

臨床微生物検査技師は、感染症全般についての知識および技術の習得、感染症診断・治療への参画または貢献、社会的責任などが不可欠である。

1) 知識および技術の習得

臨床微生物学検査のみならず、感染症領域全てを網羅し習得する必要がある。臨床検査領域においては、臨床化学、臨床血液、臨床免疫などの感染症マーカー、一般検査、病理解剖、細胞診、臨床生理（心電図、エコー）における感染症検査などについての知識および技術の習得は不可欠である。また、薬理学（特に抗微生物薬の効果と体内動態）、放射線学（レントゲン、MRI など画像診断の見方）、看護学における感染症領域の知識も必要である。更に重要なことは、臨床における患者を中心とした診断・治療である。決して感染症疾患のみでなく、あらゆる疾患に感染症が関与することから全ての疾患名と特徴、医学用語などは網羅しておく必要がある。特に、感染症疾患では診断方法・基準、抗微生物薬を中心とした薬物療法の実際、ドレーン、カテーテルなどのメディカルデバイスの種類と利用法などが挙げられる。

これらを習得する方法の一つとして、症例カンファレンス、移植合同カンファレンスなどに参加することが効果的である。多くの事項は、内科、外科、小児科などの診療科別、入院外来別、施設の規模によっても大きく異なっている場合も少なくない。

2) 診断・治療への参画または貢献

臨床検査技師が、直接的に感染症診断などを行なうことは決してできないが、検査材料からの塗抹、同定および薬剤感受性結果のみならず、患者の状況や上記の知識を十分に身につけた上で、検査結果に付加価値を付けたデータをフィードバックすること、医療従事者からの相談を受けることなどは臨床および患者にとって有益な場合も少なくない。すなわち、医療従事者でありチーム医療の一員としての自覚と積極的な行動が必要である。

4. 院内感染対策チーム（ICT）における臨床検査技師の役割

ICTの活動として、サーベイランスおよび教育・啓蒙活動が挙げられる。このスタッフの一員として、重要な役割を担う必要がある。

1) 院内感染のサーベイランス

目的として、病院感染の標準感染率の確立、アウトブレイクの把握と対策、感染管理の評価などがある。対象として、病院全体、ICU・小児病棟などの特定な病棟、特定感染症（髄膜炎、敗血症、術後感染症など）、特定微生物（1～4類感染症、TB、*B.cepacia*）、薬剤耐性菌（4類、ESBLs、BLNARなど）、アウトブレイク発生時など経験とマンパワーにより実施する。方法は、看護婦を中心としたスタッフにより専用記入用紙またはコンピュータにより集積・解析し、アウトブレイク時の感染源追跡調査として環境検査、パルスフィールド電気泳動による遺伝子解析などを行う。また、厚生省サーベイランス事業との整

合性も考慮しながら、情報収集項目（患者・疾患・細菌・治療・投薬・術式・転帰情報など）、判定基準（疾患、術式等）、評価（集計方法、感染率の確立）および対策について各施設で十分検討する必要がある。さらに、サイベイランス実施にあたってはスタッフの確保、経費なども十分考慮する必要がある。

2) 教育・啓蒙活動

全職員またはサーベイランス関係者の病院感染対策およびサーベイランスに必要な知識の習得が不可欠である。方法として、講習会、定期的会合、出版、コンピュータシステム、相談窓口の開設（コンサルテーション）などがある。内容は、感染症学（微生物学、診断、治療）、スタンダードプリコーションズ、消毒・滅菌、医療廃棄物、新感染症法、連絡組織、一時隔離、業務感染対策（針刺し事故、TB等）、病院感染対策マニュアルの作成・普及、サーベイランス結果の公表、感染情報の収集・提供（新興・再興感染症、各種疫学統計、資料）など多岐にわたる必要がある。

3) その他

環境汚染の把握、環境検査の見直し・実施、医薬品や医療機器汚染の監査、指導、抗菌薬や消毒薬の使用状況の把握・適正使用の指導、食中毒対策・対応（給食部）、院内感染対策の必要経費の算定、経費管理などがある。

まとめ

以上、院内感染対策における臨床検査技師の役割を考える上で、微生物検査室の再構築および臨床微生物検査技師の資質について述べた。

まず、微生物検査室の臨床検査技師が耐性菌の検出、院内感染・アウトブレイクの出現を疑わなければ対策は愚か更に感染が拡大する危険があることを自覚しながら日常業務を行うことが大原則である。医療情勢、とりわけ臨床検査の分野が厳しい状況の中で、専門性を発揮し臨床に貢献することが最も重要であると考ええる。

抗菌薬感受性試験とその意義

山口恵三（東邦大学医学部微生物学教室）

はじめに

抗菌薬の発見とその臨床への導入は、今日の抗菌薬療法を飛躍的に進歩させた。しかし一方では、あまりにも多くの抗菌薬が開発されたため、どの薬剤を選択すれば良いのか戸惑いを感じることも少なくない。不適切な抗菌薬の選択や不必要な抗菌薬の投与は、菌交代症の誘発、耐性菌の選択、院内感染の蔓延といった弊害をもたらし、MRSA や VRE による感染症は社会的関心事にまで発展している。抗菌薬の使用に関連した耐性菌の問題は、長期の抗菌薬投与を余儀なくされる免疫コンプロマイズド・ホストの急激な増加と切り放して考えることはできない。そして、これらの宿主は今後ますます増加することは明らかであり、これらの患者の治療に際しては科学的根拠に基づき、より効率的な効果が期待できる抗菌薬を選択することが要求される。そのためには、薬剤選択の指標となる *in vitro* 抗菌薬感受性試験法の意義と正しい検査技術を身に付けることが重要である。

1. 抗菌薬感受性試験の目的

本試験の主な目的は、①被験菌の各種抗菌薬に対する感受性を定性的あるいは定量的に測定し、適切な抗菌薬選択の指標とする、②臨床的に重要な耐性菌を的確且つ迅速に発見し、院内感染対策の一助とする、などである。

2. 抗菌薬感受性試験の種類と特徴

現行の抗菌薬感受性試験の種類を表 1 に示した。抗菌薬感受性試験には、検体を直接抗菌薬含有培地に接種する直接法と、検体中に存在する菌を一旦分離した後に行われる間接法とがある。血液、髄液あるいは膿瘍液などの本来無菌的な部位から得られた検体の場合には、これを直接抗菌薬含有培地に接種することにより迅速に感受性試験を行うことが可能である（直接法）。しかし、喀痰、便などのように常在菌の混入を避けられない検体の

表 1 抗菌薬感受性試験法の種類

1. ディスク拡散法
1) 1 濃度法：栄研 KB ディスク BBL センシディスク 昭和 1 濃度ディスク など
2) 3 濃度法：栄研トリディスク
3) 濃度勾配ディスク法：Etest
2. 希釈法
1) 寒天平板希釈法
2) 液体希釈法
① マクロ液体希釈法
② ミクロ液体希釈法（微量液体希釈法）

場合には、まず原因菌を分離してそれを純培養した後、その菌を対象に抗菌薬感受性試験を行うのが一般的である(間接法)。現在広く行われている薬剤感受性試験はこの間接法が主体となっており、本法は大きく拡散法と希釈法とに分けられる。

1) ディスク拡散法

ディスク拡散法は、わが国において臨床検査室におけるルチンの抗菌薬感受性試験法として最も普及した方法であり、一濃度法、三濃度法、および濃度勾配ディスク法の三種類がある。一定量の抗菌薬を含んだディスクを、あらかじめ被験菌を接種した寒天培地の上において培養すると、抗菌薬は次第に寒天の中を拡散し、ディスクを中心に一定の濃度勾配をつくる。その結果、被験菌の感受性の度合に応じてディスク周囲に発育阻止帯が形成され、その阻止円の広さで抗菌力を知ろうとするものである。理論的には MIC 近似値を得ることも可能であるが、本法は値の変動因子が多いため測定範囲が限定されており、濃度勾配法 (E テスト) を除けば基本的にはブレイクポイントを中心に感性か耐性かを定性的に判定するものである。メーカーによって方法や規格が統一されていないため判定法は若干異なる。

a) NCCLS 法 (あるいは Kerby-Bauer 法); 本法の成績は、感性 (S)、中間 (I)、耐性 (R) の 3 つのカテゴリーに分けられている。

- ① 感性 (S); 常用量の抗菌薬の投薬によって十分な臨床効果が期待できるもの。
- ② 中間 (I); *in vitro* での薬剤感受性は感性菌に比べると明らかに低い、目的とする感染部位に抗菌薬が充分量到達し臨床効果が期待できる場合 (例えば、大量投与が可能な β -ラクタム剤や、薬剤の移行性が極めて良好な尿路感染症などでは、感染局所において充分高い薬剤濃度が得られるので、感受性がある程度低くても臨床的効果が期待できる) や、薬剤の特性などから R、S の判別が困難な場合がこの範疇に属する。後者の場合には、再度試験をやり直すか、希釈法 (MIC 法) による成績を参考にする。
- ③ 耐性 (R); 通常の投与量によって得られる血中あるいは組織中の薬剤濃度では菌の発育が阻止されず、臨床的効果がほとんど期待できないもの。

b) 昭和一濃度ディスク、栄研三濃度ディスク法; これらの方法はいずれも我が国において開発されてきたもので、4 段階の判定法が採用されている。

- ① (+++); 極めて高い感受性を示し、通常の投与量で臨床効果が十分に期待されるもので、これは K-B ディスクの感性 (S) に相当する。
- ② (++) ; かなり高い感受性を示し、投与量を増やすことにより臨床効果が期待できるもの。
- ③ (+); やや感受性が認められるものの、通常の投与方法では臨床的効果を期待できず、耐性菌の範疇に入る。
- ④ (-); 耐性菌であることを示し、ほとんど臨床効果が期待できないことを意味する。

c) 濃度勾配ディスク法 (E テスト); 被験抗菌薬を細長いディスクに濃度勾配を持たせて含有させたもので、MIC 値を測定する方法として近年用いられるようになった。

2) 希釈法

寒天平板希釈法と液体培地希釈法とがある。本法は、倍数希釈された抗菌薬を含む液体あるいは寒天培地を用いて菌の発育を観察するもので、最小菌発育阻止濃度（MIC； minimum inhibitory concentration；肉眼的観察で菌の発育が抑制される最小の抗菌薬濃度）を定量的に知ることができる。従って、免疫不全患者に発症した難治性感染症や体内薬力動態を勘案した薬剤の選択、各種抗菌薬の病原微生物に対する抗菌力の詳細な比較をする際に有用性の高い方法である。液体培地法は現在半自動化された微量液体希釈法が主流となっており、必要に応じて最小殺菌濃度（MBC； minimum bactericidal concentration；99.9%の菌を殺菌する最小の抗菌薬濃度）を測定することも可能である（実習の項目参照）。

3. 抗菌薬感受性試験の意義

免疫不全などの基礎疾患が見あたらない患者や、感染が局所的で、抗菌薬の移行性も良好な部位の感染症などでは、病巣部の抗菌薬濃度が MIC 値以上に達していなくても、十分な臨床効果が期待できる。ディスク法の S、I、R という判定は極めて定性的な表現ではあるが、臨床的ブレイクポイント（*を参照）を反映したものであり、単に抗菌力だけではなく薬剤の特性も加味した成績と考えてよい。従って、基礎疾患を有していたり特殊な病態の患者を除けば、ディスク法は簡便であり、臨床的有用性は高い。

一方、近年における感染症の病態には著しい変貌がみられ、弱毒菌によって惹起されるいわゆる“日和見感染症”が増加してきた。これらの感染症の起炎菌は多剤に耐性を示すものが多いこと、またたとえ感性菌であっても宿主に何等かの重篤な免疫不全状態がみられる場合には十分な治療効果が得られない例が多いことなどから、その菌がどの程度の薬剤感受性を有しているのかを定量的に MIC レベルで知る必要がある場合がある。すなわち、全身的な感染症、局所的であっても抗菌薬の移行性が極めて不良な部位の感染、免疫不全などの重篤な基礎疾患を有する患者などでは、病巣中における抗菌薬濃度は当然 MIC 値あるいは MBC 値を上回るものでなければ、優れた臨床効果は期待できない。特に、敗血症、中でも感染性心内膜炎の場合には、血中濃度を MIC 値の 6~10 倍以上に保つことが必要とされており、このような場合には起炎菌の MIC 値や MBC 値についての具体的な情報が必要となってくる。希釈法により各種抗菌薬の MIC 値を知ることができれば、それを参考にどの抗菌薬を、いかなる投与方法で、どのくらいの量を与えるべきかなどの疑問に対して、具体的かつ正当な治療計画を立てることが可能となる。医療技術の進歩にともない今後とも免疫不全などの基礎疾患を有する患者の増加が考えられることから、起炎菌に対する正確な MIC 値、MBC 値の情報が必要となる重篤な感染症の症例はますます増えてくるものと考えられる。

*ブレイクポイント（BP）とは

1) BP の概念；

抗菌薬の BP とは、常用量の投与によって臨床効果が期待できる MIC 値（S；感性）と臨床効果が期待できない MIC 値（R；耐性）とに大きく分けられる。通常は、細菌学的なものと同臨床学的なものとの両面から解析され、前者は遺伝子学的分析と MIC 分布、後者は

抗菌薬の投与量と実際の臨床効果を参考に決定される。

原因菌に対する各種抗菌薬の MIC が判明すれば、それらの薬剤の体内動態や患者背景などを総合的に勘案して正しい治療方針をたてることができる。しかし、実際の臨床の場で薬剤感受性が MIC 値で報告されると、どうしてもその値の低いものから薬剤が選択されるのが一般的である。一方、重篤な基礎疾患を有しない患者や薬の投与方法によっては、ある程度の抗菌力さえ認められれば十分な臨床効果が得られることは周知の事実である。また、感染病巣への移行性が悪い薬剤や細胞毒性や副作用が強く投与量が限られている薬剤などの場合には、治療に際して目的の薬剤濃度が得られるだけの投与が実際には不可能である場合も少なくない。すなわち、臨床効果に影響を及ぼす因子は複雑であり、薬剤の選択に際してはこれらを総合的に勘案して選択すべきで、抗菌力はその 1 指標に過ぎない。従って、各薬剤の抗菌力、体内動態および特殊性などが総合的に判断されて決定された BP であれば、これを指標にどの程度の MIC の薬剤であれば十分な臨床効果が得られるのか、それを予測する上で臨床家にとっては極めて有用性の高いものとなる。

2) BP 設定の実際；

BP の設定には多くの因子が深く関わっており、これらを総合的に勘案して決定される。NCCLS は、BP の決定に際しては、①抗菌薬の生体内における薬動学、②抗菌薬の試験管内における特性、③被験菌として用いる菌種、菌株の選択、④仮に決定された BP と実際の臨床効果との相関性、などを総合的に検討して決定するよう勧告している。一方、英国抗菌薬化学療法学会は独自の BP 算出法を公表しており、それに基づいて算出された値

表 2 ブレイクポイント理論値の計算方法

計算式：Breakpoint MIC = $C_m \times t \times R_{tr} \times A$	
C _m ：最高血中濃度 (C _{max}) より規定される定数	
32：	C _{max} > 400 μg/ml
16：	200 < C _{max} ≤ 400
8：	50 < C _{max} ≤ 200
4：	10 < C _{max} ≤ 50
2：	1 < C _{max} ≤ 10
1：	C _{max} ≤ 1
t：作用時間 (半減期) より規定される定数	
1：	T _{1/2} > 3hrs
0.5：	1 < T _{1/2} ≤ 3
0.25：	T _{1/2} ≤ 1
R _{tr} ：組織移行性 (最高組織濃度/最高血中濃度比(R)より規定)	
4：	R < 10
2：	1.2 < R ≤ 10
1：	0.12 < R ≤ 1.2
0.5：	0.012 < R ≤ 0.12
0.25：	R < R ≤ 0.012
A：抗菌作用特性 (PAE、殺菌及び静菌作用等の特性を観察して決定)	
2：	アミノグリコシド系
1：	β-ラクタム系 (ペニシリン、セフェム、モノバクタム、カルバペネム)、ニューキノロン
0.5：	テトラサイクリン系、マクロライド系、リンコマイシン系、ポリペプチド系

を BP として採用している。日本化学療法学会が定めた呼吸器感染症における BP の計算式を表 2 に示した。

3) プレイクポイント設定上の問題点；

BP を設定する上で幾つかの問題点が存在する。すなわち、(1) 病原体の種類と宿主の親和性には違いが認められ、MIC のみで除菌効果を推定することは難しい、(2) 薬剤の体内動態は、宿主の個体差、病態、感染部位および薬の投与方法、投与量、投与時期によって大きく異なる、(3) 治療効果は患者背景に強く依存している（免疫不全、カテーテルなど）、(4) 抗菌力以外の作用として未知の抗細菌作用を有する薬剤（マクロライド薬など）についての評価が難しい、など BP の決定には極めて多くの因子が関与しており、これらを BP に正しく反映させようとするれば、特殊な病態下では種々の条件下で数多くの BP を設定しなければいけないことになり、その作業にはかなりの労力が要求されることになる。

従って現段階では、実際の臨床の場で高頻度に遭遇する感染症で、且つ患者背景がある程度揃った疾患が BP 設定の対象として選ばれるべきものと考えられる。とくに、近年における感染症の病態には著しい変貌がみられ、弱毒菌によって惹起されるいわゆる“日和見感染症が”増加してきている。これらの感染症の起炎菌は多剤に耐性を示すものが多いこと、またたとえ感性菌であっても宿主に何等かの重篤な免疫不全状態がみられる場合には十分な治療効果が得られない例が多いことなどから、従来通り感性か耐性かの定性的判断だけでは十分な対応ができないようになってきていることも事実であり、MIC レベルで菌の薬剤感受性を知る必要性が生じてきている。すなわち、起炎病原体に対する各種抗菌薬の MIC を知ることができれば、それを参考にどのような薬剤を、如何なる投与方法で、どのくらいの量与えるべきかについて、科学的且つ具体的な治療計画を立てることが可能となる。このように、感染症そのものが宿主の変貌とともに多様化してきた現在、病態に応じた細かい化学療法が要求されるようになり、一般的な限られた BP ではそれに対応できなくなっていることも事実である。従って、BP の概念はあくまでも、一般的な感染症を対象とした治療法における薬剤選択の参考として位置するものとして理解されるべきものと考えられる。

4. 耐性菌の検出

抗菌薬感受性試験において重要なことは、被験菌に対する有効な抗菌薬選択のための情報提供だけでなく、院内感染につながる耐性菌の出現を的確に検出できることである。

現時点で問題となっている临床上重要な耐性菌と、その検出法はテキストの実習の項を参照されたい。

参考文献

- 1) National Committee for Clinical Laboratory Standards: Methods for dilution antimicrobial susceptibility tests for bacteria that grow aerobically ? fifth edition; Approved Standard. NCCLS document M7-A5. Vol.20 No.2 NCCLS, Villanova, 2000

- 2) National Committee for Clinical Laboratory Standards: Performance Standards for Antimicrobial Disk Susceptibility Tests-Sixth Edition; Apporoved Standard. NCCLS document M2-A6. Vol.17(1): NCCLS, Villanova, 1994
- 3) 日本化学療法学会抗菌薬感受性測定法検討委員会：委員会報告－呼吸器感染症および敗血症におけるブレイクポイント－. 45:757-778,1997
- 4) Hansman D.and Bullen MM.: A resistant pneumococcus. Lancet 2:264-265, 1967
- 5) Spratt BG, et al.: Genetic analysis of clinical isolates of *Streptococcus pneumoniae* with high-level resistance to expanded-spectrum cephalosporins. Antimicrob. Agents and Chemother.39: 1306-1313, 1995
- 6) 大野 章、他. バンコマイシン耐性腸球菌の耐性発現メカニズム. 日本臨床. 55 : 194 - 200, 1997
- 7) K.Bush, et al.:A functional classification scheme for β -lactamases and its correlation with molecular structure.Antimicrob.Agents Chemother. 39, 1211-1233, 1995
- 8) Y.Ishii, et al: Cloning and sequence of the gene encoding a cefotaxime-hydrolyzing class A beta-lactamase isolated from *Escherichia coli* Antimicrob.Agents Chemother. 39, 2269-2275, 1995
- 9) G.J.Jr.Chuchural, et al.: β -lactamase-mediated imipenem resistance in *Bacteroides fragilis*.Antimicrob. Agents Chemother. 30, 645- 648, 1986
- 10) M.Watanabe, et al.: Transferable imipenem resistance in *Pseudomonas aeruginosa* .Antimicrob Agents Chemother. 35, 147-151, 1991
- 11) Manual of clinical microbiology. 6th ed. Patrick, R.M.; Ellen, J.O.; Michael, A.P.; Fred, C.T.; Robert, H.Y., eds. Washington D.C., American Society for Microbiology, 1995

临床上重要な薬剤耐性菌の耐性機序と検出法

荒川宜親（国立感染症研究所 細菌・血液製剤部）

20世紀の後半に MRSA や PRSP、VRE などのグラム陽性球菌の薬剤耐性菌の出現と蔓延が世界的な規模で問題となり、それに引き続き、21世紀は、緑膿菌やセラチア、肺炎桿菌などのグラム陰性桿菌における多剤耐性菌の出現と蔓延が現実の問題として浮上しつつある。一方、多剤耐性結核菌(MDR-TB)や広域セフェム薬耐性赤痢菌、多剤耐性サルモネラ DT104、ニューキノロン耐性淋菌など、院内感染症起因菌以外の様々な病原細菌における耐性菌の出現や蔓延も大きな脅威となっている。

1. 臨床的に問題となっている耐性菌

1) 院内感染症起因菌

G 陽性球菌：MRSA、VRE、PRSP、多剤耐性肺炎球菌

G 陰性桿菌：(1) 緑膿菌、*P. putida*、*B. cepacia*、などのブドウ糖非発酵菌群

：(2) *E. coli*、*K. pneumoniae*、*S. marcescens*、などの腸内細菌

：(3) ペニシリン耐性インフルエンザ

(ペニシリナーゼ産生菌、非産生菌：BLNAR)

2) 食中毒起因菌

多剤耐性サルモネラ、ニューキノロン耐性 *Campylobacter* など

3) 強毒伝染病起因菌

多剤耐性ペスト菌、多剤耐性赤痢菌

4) 性感染症起因菌

ニューキノロン耐性淋菌、多剤耐性クラミジア

5) 抗酸菌

多剤耐性結核菌、非結核性抗酸菌、耐性癩菌

2. 耐性獲得の機序

細菌が抗菌薬に耐性を獲得するメカニズムは、外部から耐性遺伝子を獲得する場合と、内在性の遺伝子の変異による場合の2つに大別される。前者の場合は、伝達性の巨大プラスミドやその中に存在するインテグロン構造などにより薬剤耐性遺伝子の伝達や集積が起こる。

1) 巨大プラスミドなどの接合伝達を介しての耐性遺伝子の獲得

各種β-ラクタマーゼ、テトラサイクリン耐性、アミノグリコシド耐性など

2) 内在性遺伝子の変異

ニューキノロン耐性、リファンピシン耐性

リボゾームの変異によるアミノグリコシド耐性など

3. 耐性獲得の分子機構

- 1) 抗菌薬の分解不活化
 β -ラクタマーゼ、ESBLs、メタロ- β -ラクタマーゼなど
- 2) 抗菌薬の修飾不活化
CAT、AAC、AAD、APH など
- 3) 抗菌薬の標的の変化
PBP2'(MRSA)、PBP2X(PRSP)、DNA ジャーレース、トポイソメラーゼ IV など
- 4) 細菌の膜における抗菌薬の透過性の低下
D2 ポリンの減少によるイミペネム耐性など
- 5) 細菌の膜における抗菌薬の能動排出
テトラサイクリン排出ポンプ
MexA-MexB-OprM、MexC-MexD-OprJ、MexE-MexF-OprN などの変化
- 6) バイオフィーム
緑膿菌など

4. 薬剤耐性菌の検出法・判別法

薬剤耐性菌の検出法・識別法としては、以下に示す如く様々なものが考案されているが、コストや手間などの問題で実用上問題が山積している。

- 1) 薬剤感受性試験法（微量液体希釈法、disk 拡散法）
- 2) 特異阻害剤を用いた試験
CVA を用いた ESBLs 産生菌の判別
2-メルカプトプロピオン酸などを用いたメタロ- β -ラクタマーゼ産生菌の判別
- 3) PCR 解析
耐性遺伝子の保有の有無や型別を検出
- 4) PCR 解析とシーケンス解析
ポイントミューテーションによる耐性化の解析
- 5) 特異抗体などによる検出
- 6) 化学発光法、蛍光法など
(1、2 は検査室で実施可能、3~6 は実施が難しい)

5. 薬剤耐性菌の検出法をめぐる諸課題

MRSA や VRE については、多くの施設で「院内感染対策の対象菌種」として監視の対象になっているが、その他の耐性菌については、十分な監視がされているとは言い難い。その理由を以下に列挙する。

- 1) 耐性菌をめぐる状況の変化に臨床現場が追従できていない
多種多様な耐性菌が出現しつつあり、この問題は非常に複雑な状況となっているため、医師のみならず細菌検査の担当技師でも十分に理解できていない人が多い。
- 2) 耐性菌のスクリーニング法や識別法が確立されていないものが多い
MRSA や VRE などのスクリーニング培地などが市販されかなり用いられているが、コスト高などの問題がネックとなっている。

- 3) 検査法が確立されている場合でも、保健適応となっていないため、実施し難い
PCR法などによる薬剤耐性遺伝子の検出は多くの薬剤耐性菌で技術的には可能だが、
MRSAの検査法は健康保健による実施が認められているものの、その他は「研究」と
して一部の検査室で実施できる程度である。

おわりに

MRSAやVREのみならず、多種多様な薬剤耐性菌が出現し蔓延しつつある中で、細菌感染症の治療はしばしば困難に直面し、現代医療の基盤をゆるがせる事態となりつつある。したがって、21世紀の臨床検査技師には、臨床微生物学の専門家としての活躍が期待されている。

環境調査法

奥住捷子（東京大学医学部附属病院検査部）

はじめに

私どもは、細菌検査室に「病院（院内）感染防止対策のためにと称する環境細菌・真菌調査」の依頼・指示・検査相談などを持ち込まれることを多く経験する。ここでは、まず細菌検査を担当する検査技師としてどのように対処したら効率よく、検査指示者の目的に合致した検査結果が得られるかを考えたい。どのような場合に環境調査を行うかの判断は、所属施設の管理者や、感染対策委員会などの考え方があるが、ただ漫然と定期的環境細菌調査をルーチンで行うのではなく以下のようなガイドラインもあるということ参考にして対処したい。基本的には1985年の手洗いと病院環境コントロールのためのガイドラインでは、「病院感染の発生率は、一般的に空気や環境表面の細菌汚染の程度と相関しないこと、細菌汚染の許容範囲の基準・標準がないことなどから病院内環境の定期的細菌培養は中止するよう1970年に勧告し、1982年にはレスピレーターの消毒に関する細菌学的監視も不要であるとしている。ただ、定期的細菌検査の有用性の認められているのは、人工透析に使用する水と調製した透析液の検査がある。」を踏まえて対応する。しかし特定の細菌による感染症や、分離症例が、連続的・爆発的に認められる場合や、常日頃検出されない細菌が著しく多くの症例から分離されるようになった場合には、標的となる細菌に的を絞った病院内細菌叢の迅速な疫学調査が、原因究明に役立つ場合もある。これらの病院環境細菌調査結果を、有用なものとする為にも日常臨床細菌検査における臨床分離株の保存は、必須となる。環境細菌調査が必要となった場合、調査対象菌を明確にし、院内感染対策委員等の施設内で責任を持てる立場の方と合議の上で調査方法（使用培地の選択と組み合わせ、サンプリングの手技・方法、培養法など）を選び調査企画書を作成する。調査企画書が、調査の目的に適しているかを、再度検査指示者と確認し使用培地・器材などを準備する。詳細な検出方法の手技については日本環境感染学会編・第2版「病院感染防止指針」（1998年南山堂）を参照されるとよい。

I. 調査対象目的菌からみた環境調査の考え方

1. ヒトの常在菌あるいは、その耐性菌またはヒトの病原菌による医療環境汚染が考えられ汚染防止対策のための検査：

目的菌：MRSA、*Staphylococcus aureus*をはじめとして、A、B群レンサ球菌、緑膿菌、腸内細菌群、VRE、酵母類、皮膚糸状菌、各種抗酸菌など

検査材料：病室内（床、壁およびベット、マットレス、枕や室内の什器類など、ハウスダストを含む）、医療機器・検査機器などで直接・間接に患者に接するもので汚染程度の把握や、同じく患者の粘膜・皮膚などを通過する機器類などでは、無菌あるいは消毒効果を調べる検査などもある。

2. 元来ヒト固有の菌叢でなく環境（土壌、環境水、植物病原菌など）由来菌で環境からの感染・汚染が考えられ環境感染防止対策のための検査：

目的菌：*Legionella* 属、*Methylobacterium* 属、*Mycobacterium* 属や緑膿菌などのブドウ糖非醗酵グラム陰性桿菌など

検査材料：生活環境水（水道水、シャワー湯水、トイレ用水、冷却塔水など）、医療用水（透析用水、加湿器の水、手術室・無菌病室などの手洗い用無菌水など）などに分けられる。

しかし、一般的にヒトの常在菌を検査目的菌とした場合には、その菌の排出者の周囲の環境が検査材料となり、それは、①空気中に浮遊している菌：病室内の空気、②物体の表面に付着している菌：床、壁、ベッドなどの什器類や、ドアノブ、取っ手など多くのヒトの手指の触れる機会の多い個所など、環境由来菌を目的とした場合には③液体中に存在している菌：生活環境水、医療水などが含まれる。また④無菌・消毒評価試験の範疇に入るものとして医療用機器の消毒・滅菌操作チェックなどや、使用後の各種消毒薬からの細菌培養検査には、各々の消毒薬の至適中和剤を使用する必要がある。

II. 検査目的からみた環境細菌検査

1. 感染源追求目的：代表的なものとして医療用水や、病院環境水からの *Legionella* の検索がある（実習3参照）。
2. 教育目的：汚染程度を広く報せ日常の手技などの改善を促すために利用する場合には、検出菌の同定より菌数の多寡を問題にし、できうる限り培養検査の実物（集落の発育した寒天培地など）を提示供覧する工夫をする。
3. 汚染程度の評価目的：汚染程度の調査依頼のときに考慮しなければならない点は、検査方法により、検出菌の種類・量が異なることを検査指示者に理解していただく。検出感度などは、サンプリングの方法、使用培地、培養方法などの検査方法により異なることも多い。
4. 汚染程度の調査目的：MRSA や、緑膿菌など目的菌が明確な場合には、各種選択培地を利用することで検出が簡便となる。この分野は、私どもの最も得意とする分野ではあるが、結果についての判断・解釈が難しい。しかしどのようにでも解釈できるので、上手にこれらの環境調査結果を利用して、病院内の清掃作業改善の予算を獲得したなどとの話しも聞く。

III. 環境調査方法

1. 表面汚染菌の調査方法

1) 拭き取り法

方法：検査する物体の表面を、滅菌生理食塩水で濡らした綿棒で、一定の面積を擦り取り、滅菌生理食塩水 1ml の中でよく絞り、その一部を段階希釈（汚染の程度により異なる）し、検査目的に応じた寒天培地表面に一定量塗布、あるいは、混釈培養する。芽胞を対象とする場合には、80°C 20 分間加熱処理後、培地に接種する。