

特集 COVID-19 流行下における学校救急看護

感染症と新型コロナウイルス感染症 (COVID-19) の基礎知識

— 医師から養護教諭に伝えたいこと —

黒田 仁

Basic knowledge about infectious diseases and COVID-19:
a mini-lecture from an Infection control doctor to school nurses

KURODA Hitoshi

キーワード: 感染管理, COVID-19, 新型コロナウイルス, 予防, 学校

Key words: infection control, COVID-19, SARS-CoV-2, prevention, school

I はじめに

2019 年末より中国から始まった新型コロナウイルス感染症 (COVID-19) の世界的流行は, いまだ現在進行形の問題として世界を席卷し, 私たちの生活を大きく変えている。本稿では, 養護教諭を含む一般の教育現場の方々にインフェクション・コントロール・ドクター (ICD) の立場から, COVID-19 を意識した一般論としての感染症とその予防対策, COVID-19 の特性と対策, 教育現場での注意点など, 情報に惑わされない, おれない知識をお伝えしたい。

II 感染症と感染管理について

1 感染症とは

感染症とは, 体外の微生物 (病原体) が宿主の体内に侵入して何らかの症状を来す疾患の総称である。その微生物とは, 大きさや構造によってウイルス, 細菌, 真菌, 寄生虫などに分類され, 一般的には単体では生存・増殖は困難で何らかの環境が必要

である。

特に新型コロナウイルスをはじめとしたウイルスは, 遺伝情報である核酸 (DNA または RNA) と構造などを構成するたんぱく質から成っており, 宿主の細胞に寄生しなければ増殖はできない (図 1)。

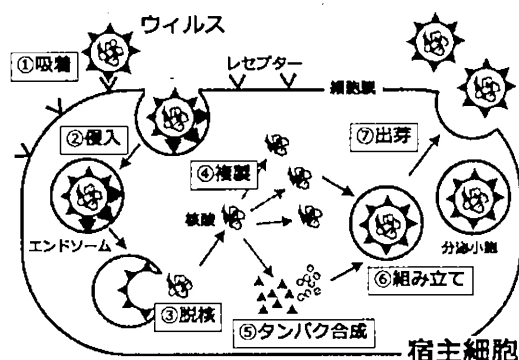


図1 ウイルス感染・増殖の概念図

したがって微生物と宿主の関係が重要で, 微生物にとって, ①宿主に侵入できること, ②宿主の中で共存・増殖できること, ③他の宿主に伝搬できることが種の保存に必要である。そのため毒力

(virulence) が強いと宿主を致死させてしまうため、毒力はある程度に抑えていた方が微生物の生存に有利な場合が多く、宿主との相性が重要である。

一方、宿主は生存のために、病原体が侵入する「感染経路」を絶ち、「免疫」などの防衛機能により微生物や感染された細胞を排除する必要がある。「免疫」には大きく細胞性免疫と液性免疫がある。いずれも侵入した病原体や病原体に感染した宿主細胞に対して、サイトカインなどのシグナル伝達物質のかわりが重要となる。

感染症には、原因病原体の毒力や増殖速度、宿主の防衛機能により潜伏期間の長短や症状に特徴がある。そのため病原体が異なっても、潜伏期間や症状について似たような経過をたどることから病名が歴史的につけられた疾患がある（伝染性紅斑《リンゴ病》や手足口病など）。むしろ疾患の病原体が後から明らかにされることが一般的である。

2 感染経路と予防策

感染経路には、垂直感染（母子感染）、水平感染（空気感染《飛沫核感染》、飛沫感染、接触感染、媒介物感染）がある。病原体によって宿主への侵入経路が異なるため、ある病原体への感染予防策は、その病原体の侵入経路である感染経路別の予防策を講じる必要がある。

感染者の排出する咳、くしゃみ、会話などで生じる飛沫（ $5\mu\text{m}$ 以上）は、水分を含んでいる。飛沫は、半径 2m 以内の範囲で飛散・落下するとされ、浮遊する間に水分が蒸発して飛沫核（ $4\mu\text{m}$ 以下）となり長時間空気中に浮遊する。飛沫核あるいは飛沫を吸い込んで空気（飛沫核）感染、飛沫感染が生じる。これまで空気（飛沫核）感染を生じる病原体は、結核菌、麻疹ウイルス、水痘ウイルスとされてきた。

ところが最近、COVID-19の広がりから、エアロゾル（マイクロ飛沫）感染なる概念が提起されている¹⁾。エアロゾル（マイクロ飛沫）とは上記の飛

沫と飛沫核の中間、すなわち飛沫より水分量が少なく、粒子径が比較的小さく空中を漂う微粒子をエアロゾルと呼ぶが、実はまだあいまいで定まっていない。

接触感染は、病原微生物が宿主の粘膜に触れることにより感染する。私たちの身体で露出している粘膜は、眼・鼻・口であるため、接触感染を予防するためには其れに触れぬよう私たちの所作にも注意が必要である。

COVID-19は、飛沫感染、接触感染、エアロゾル（マイクロ飛沫）感染により伝搬されるとされている。

3 感染予防策について

医療現場では、標準予防策（スタンダードプリコーション）と病原体に応じた感染経路別の予防策が講じられる。このうち標準予防策とは、感染症の有無によらずすべての患者を対象に、①血液、②傷のある皮膚、③粘膜、④汗を除く体液を感染の可能性のある物質とみなし、手指衛生（手洗い、手袋）、咳エチケット、防護具の装着を行うこととする。

COVID-19に対しては、標準予防策とともに飛沫感染予防策、接触感染予防策とともにエアロゾル感染予防策として空気（飛沫核）感染予防策のすべての予防策を講じる必要がある。

感染予防策の詳細については成書に譲ることとし、マスクについて説明する。一般的に使われているサージカルマスクなどの不織布製マスクの網目の直径は約 $5\mu\text{m}$ 、布マスクの網目は $100\mu\text{m}$ といわれている。そのため網目より小さい飛沫核は、マスクの網目を通り抜けてしまうことになる。そこで空気（飛沫核）感染で伝搬する病原体に対しては、N95など飛沫核より網目の小さなマスクを正しく装着する必要がある。しかし布マスクの効果はその素材にもよるが、8割程度の飛沫の飛散を防ぐとの研究結果が複数報告されており、マスクの効果は人に感染を伝搬さないための一定の効果があるといえる^{2), 3)}。

これらのことを含めマスクは、①感染者が飛沫を出さないための効果、②口元や鼻の保湿によりウイルスの感染を妨げる効果、③鼻や口を手で触れるのを防ぐ効果があると言えることから現在、世界的に装着が推奨されている。

4 ワクチンについて^{4), 5)}

ワクチンは、病原体と生体との免疫反応を利用した感染症予防法として古くから世界的に使われてきた。ワクチンには、病原体を弱毒化して生きた状態にした生ワクチン（BCG、麻疹風疹ワクチンなど）、病原性を失くした病原体から成る不活化ワクチン（日本脳炎、インフルエンザ、肺炎球菌など）、病原体の産生する毒素を無毒化したトキソイド（ジフテリア、破傷風など）、病原体の遺伝子（DNAやRNA）を投与しその遺伝子により病原体の構成成分の一部のたんぱく質を合成させ免疫をつけさせる遺伝子ワクチンがある。

生ワクチンは、生体を感染状態にするため細胞性免疫と液性免疫の双方を獲得することが可能である。一方、不活化ワクチンやトキソイドは、生ワクチンより副反応が少なく安全性は高いが、感染を生じさせるわけではなく異物としての反応を惹起させる液性免疫（抗原抗体反応）のみの獲得となり、効果が低いため一般に複数回の接種が必要となることが多く、免疫獲得を補助する物質であるアジュバントを添加することもある。

ワクチンにもよるが、アジュバントのほか、微量の抗菌薬や安定剤、保存剤などの添加物が含まれ、副反応の原因となることもあるため安全性は絶えず確認され、健康被害救済制度を設けながら改良されてきている。

また遺伝子ワクチンは開発段階のもので、日本ではまだ接種されたことはないが、COVID-19について開発中のワクチンの多くは遺伝子ワクチンである。

ワクチンの投与には、注射（主に皮下注、筋注）、

経口、経鼻、点眼、経皮（貼付）による投与方法がある。また投与間隔についても各ワクチン接種時に注意が必要である。

5 感染症と法⁶⁾

感染症法（感染症の予防及び感染症の患者に対する医療に関する法律）では、感染症の予防や医療のために、指定された感染症に対し、定められた主体（厚生労働大臣、都道府県知事、保健所設置市長、医師）が、措置を行うことを定めている。指定された感染症は一類から五類までグループ分けされている。また社会的に問題となる新興再興感染症が現れた場合に備え、新型インフルエンザ等感染症、指定感染症、新感染症の三類型も定められている。

新型コロナウイルス感染症については、指定感染症として、措置等については政令で、二類感染症相当の措置が講じられている。すなわち、都道府県知事（保健所設置市長）が疑われる患者に対し、健康診断を受けさせ（感染症法17条）、検体採取に応じさせ（同15条）、疑似症患者または確定患者を入院させる（同19条）措置が可能。入院は特定・第1種・第2種の感染症指定医療機関で行うとされた。

その後、医療機関の逼迫状況を鑑み、無症状の感染者や軽症者は入院対象外とするなどの緩和措置が検討されている。

6 感染症関連の用語

感染症への理解を深めるため、理解しておくべき用語について以下に説明する。

シグナル伝達：生体内に生じる刺激に対して、細胞膜や化学物質などを介した生化学的情報伝達の仕組み。免疫のほかホルモンや神経伝達などで生じる反応がある。

サイトカイン：細胞から分泌される生理活性物質のことで、細胞間相互作用に関与している。インターフェロンやインターロイキンなどまだまだ解明の途上にある。

サイトカインストーム：本来生体防御機能のシグナル伝達を担うサイトカインが過剰に産生されてしまい、かえって生体に悪影響を与えてしまう現象。ある意味アレルギー反応と似ている。スペイン風邪やインフルエンザ、COVID-19の重症化に関わっているとされている。

R0 基本再生産数：ある感染症に対して免疫を持たない集団において、1人の感染者が全感染期間に新たに感染させる平均の人数。

Rt 実効再生産数：ある感染症に対して感染者が既に存在しているかもしれない状況の中で、ある時点で1人の感染者が全感染期間に新たに感染させる平均の人数。対策の実行状況により変動する。Rtが1より大きいと感染が拡大し、1未満だと感染が収束する方向になっていることを示す。2020年11月21日時点のCOVID-19の国内のRtは1.28であった⁷⁾。

PCR法 (polymerase chain reaction)：DNAポリメラーゼ (DNA合成酵素) を利用して、遺伝子のうち目的のDNAを繰り返し増幅させて検出する技術。例えば、あるウイルスの存在を確認するためにそのウイルス特有の遺伝子領域の一部をPCR法で増幅させた場合、その遺伝子が検出されれば陽性、なければ陰性となる。リアルタイムPCR法では、蛍光色素を利用することにより増幅サイクルの都度遺伝子の検出の有無が同定できる。この方法は、ウイルスの遺伝子の存在を確認する手法であり、壊れたウイルスでも陽性となるため感染能力のあるウイルスの存在はわからない。

Ct値 (cycle threshold value)：リアルタイムPCR法でDNAを増幅させた時、目的DNAが検出可能なDNA量の閾値を超えるまでの増幅サイクル数。ウイルス量が多いほどCt値は低値。Ct値 \leq 40を陽性とする場合、40回増幅を繰り返しても目的DNAが検出できなければ陰性となる。日本感染症学会の「COVID-19 検査法および結果の考え方」

によれば、Ct値とウイルスの分離率の関連からウイルスの感染性の評価にCt値を指標とする意見がある⁸⁾。

LAMP法 (loop-mediated isothermal amplification)：熱の変動を利用するPCR法と異なり、等温で試薬のみを利用して目的DNAを増幅させる方法。PCR法と比べ簡便で特殊な装置を必要とせず、短時間で結果が出ることから有用性が期待されている⁹⁾。

ECMO (Extracorporeal membrane oxygenation) 体外式膜型人工肺^{10), 11)}：患者の血液を静脈から抜き出し (脱血)、酸素化し、再び体内に戻す (送血) ことを行ういわば体外式人工肺である。特殊な装置・手技、精通した技術者やチームが必要で、侵襲性が高く、適応症例は限られる。

Ⅲ COVID-19 (Coronavirus Disease 2019) について

1 COVID-19とは

2019年11月、中国湖北省武漢付近で初めて発生した原因不明の肺炎は、翌12月、集団感染の報告がなされ、2020年1月7日、原因病原体として新型コロナウイルスが分離された¹²⁾。WHOは1月12日そのウイルスを暫定的に2019-nCoVと命名し、ウイルスの全遺伝子配列を公開した。本邦では1月16日に初めての症例が報告され、その後中国湖北省をはじめ全世界に流行が確認された。2月11日、国際ウイルス分類委員会がこのウイルスをSARS-CoV-2と命名し、WHOはこのウイルスによる疾患をCOVID-19と命名した。

つまり、2019年に発症した新型コロナウイルスによる疾患をCOVID-19、その原因ウイルスをSARS-CoV-2と呼ぶ。

SARS-CoV-2: Severe Acute respiratory Syndrome Coronavirus 2の略

COVID-19: Coronavirus Disease 2019の略

2 ウイルスの分類と SARS-CoV-2

ウイルスは遺伝情報である核酸 (DNA または RNA) と構造蛋白により分類される。コロナウイルスは、ウイルス学的には一本鎖のプラス鎖 RNA を持ち、エンベロープと呼ばれる膜を持つ球形で直径約 100nm の大型のウイルスである。エンベロープ表面に多数の突起があり電子顕微鏡で王冠 (ギリシャ語で corona) に似ていることからコロナウイルスと命名された。

コロナウイルスは、家畜や野生動物、鳥などあらゆる動物に感染し、様々な疾患をもたらすことが知られている。上記のとおり宿主となる動物との相性があり、その種特異性は高く、複数の動物に感染することは少ない。このうち、ヒトには、かぜの原因ウイルスとして 4 種 (229E, OC43, NL63, HKU 1) が知られており、2002 年にコウモリからヒトに感染し、中国で流行し、重症肺炎を引き起こした SARS-CoV, 2012 年にヒトコブラクダからヒトに感染し、サウジアラビアで発見された MERS-CoV の 2 種が近年新たに発見された。今回の COVID-19 の原因ウイルスは、ヒトに対して病原性のある 7 番目のコロナウイルスで、SARS-CoV にウイルス学的に近いことから SARS-CoV-2 と命名された。

3 COVID-19 の臨床的特徴 症状と経過

1) 症状^{13), 14)}

COVID-19 には、典型的な初発症状はなく、あっても普通のかぜやインフルエンザの症状 (発熱, 咳, 倦怠感, 食欲不振, 息切れ, 喀痰, 筋肉痛など) に似ており、味覚や嗅覚の異常がみられること、倦怠感や下痢を伴うこともある。

また、すべての感染者が発症するわけではなく、無症状のまま推移する例も少なくないようだ。CT 検査を実施された例では、自覚症状のない肺炎の存在も多数指摘されており、当初は無症状でも急に呼吸困難など重い症状が出現する場合もあるため注意が必要である。

我が国の COVID-19 の陽性者は、自宅やホテルでの療養者も少なくないが、入院管理がなされた症例を登録集積している「COVID-19 に関するレジストリ研究」の 2020 年 7 月までのデータ (すなわち入院した症例に限った統計) を基にした中間報告¹⁵⁾ によれば、咳, 発熱, 倦怠感, 呼吸困難感の頻度が高く、味覚障害 (17.1%) や嗅覚障害 (15.1%) は米国や韓国より多く欧州より少なかったとされた。また 2,636 例のうち、酸素を要しなかった軽症例が 61.8%, 酸素投与を要した中等症が 29.7%, 人工呼吸や ECMO (体外的膜型人工肺) を要した重症例が 8.5% で、死亡例は 7.5% であった。さらに 60 歳以降, 男性, 喫煙者, 心血管系・糖尿病・慢性肺疾患といった併存疾患のある例で重症化しやすかったと報告されている。

2) 経過¹⁶⁾⁻¹⁸⁾

経過としては、遷延する発熱を主体として上気道炎症症状が 1 週間程度続き、中には息切れなど肺炎に関連した症状を認め、その後、呼吸不全が進行し急性呼吸窮迫症候群 (ARDS), 敗血症, 敗血症性ショックなどを併発して更に重症化する症例がある。重症化する例では肺炎後の進行が早く、急激に状態が悪化する例が多いため、注意深い観察と迅速な対応が必要になる。また回復した後にも嗅覚・味覚障害, 呼吸苦感, 倦怠感, 咳などの後遺症が持続する場合があると報告されている¹⁹⁾。

3) 国内の発生動向

厚生労働省の発表資料によれば 2020 年 11 月 18 日時点での年齢階層別の陽性者数, 致死率 (年齢階層別にみた死亡者数の陽性者に対する割合), 重症者割合 (年齢階層別にみた重症者数の入院治療等を要する者に対する割合) は図 2 に示すとおりで、全体ではそれぞれ 118,637 人, 1.6%, 1.7% であった²⁰⁾。

若年者では陽性者が多く重症者割合は低く、10 代以下では死者数は 0 であったが、20 代では 2 人、

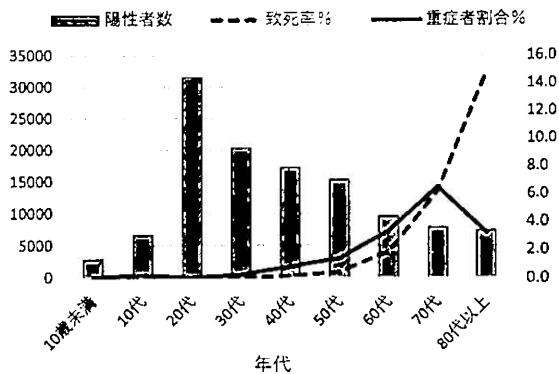


図2 COVID-19 国内発生動向@ 2020/11/18 時点
(<https://www.mhlw.go.jp/content/10906000/000696696.pdf> より作成)

30代では6人とゼロではないことに注意が必要である。また80歳以上は致死率が高く、重症者割合は70代より低い。

ここで実は厚生労働省による重症者の定義は①集中治療室（ICU）で治療、②人工呼吸器を使用、③体外式膜型人工肺（ECMO）を使用のいずれの場合となっているが、東京都の定義では上記の②、③の場合として①を含めていない。こうした統計上統一されていない問題もあるが、おそらく高齢者は、この3つのいずれもなされることなく亡くなる場合や、COVID-19だけではなく持病の悪化など重症化する前に死亡することが多いのではないかと推察される。

また重症者が増えれば入院期間が長期化し、ICUや人工呼吸器、ECMOの利用が継続され新たな重症者への対応が困難となり、医療機関の逼迫の原因となる。そのため、予防や重症化阻止の重要性が求められる。

4 COVID-19の伝播の特徴²¹⁾⁻²³⁾

COVID-19は、感染している人の咳や会話によって生じる「しぶき」を吸引したり（飛沫感染）、ウイルスが含まれる咳や唾液などに接触した手で口や鼻、眼を触ったり（接触感染）することで感染する。また「しぶき」や気道吸引や心肺蘇生などの医療行

為によって生じて空中を漂うエアロゾル（マイクロ飛沫）を吸入して感染する可能性が指摘されている。エアロゾル（マイクロ飛沫）感染は、換気の悪い密閉空間で5 μ m未満の粒子としてしばらく空間を漂い、少し離れた距離まで感染が広がるものとしてCOVID-19に際して提唱された概念で、空気感染とは異なるものの明確な定義はまだなされていない。しかしCOVID-19の主な伝播様式であることは間違いなく、予防として後述の「3密」や「大声での会話」を避けることの重要な根拠となっている。

感染した場合の潜伏期間は1～14日（中央値5.1日）で、確定した患者のうち97.5%が11.5日以内に発症したと報告されている。更に困ったことに、ウイルスの排出は、発症する2～3日前より始まり、発症の0.7日前に感染力が最も強く、鼻咽頭には症状の有無にかかわらず同量のウイルス量が認められているとの報告もあり、無症状であっても感染力があることを示唆している。また発症後8日で感染力が大幅に低下すると報告されていることから、退院基準が、当初の「遺伝子検査で2回陰性を確認」から、「発症日から10日間経過し、かつ症状軽快後72時間が経過すれば退院可」となった。

5 COVID-19の診断と検査

COVID-19には、特異的な症状や所見はなく、臨床的に診断を確定することはできない。経過と接触歴についての問診により疑い、検査を実施することになる。

症状としては上述の通り、持続する発熱、呼吸器症状、倦怠感、味覚・嗅覚異常、下痢・嘔気などがあつた場合に疑い、無症状であっても濃厚接触者に合致する場合は、速やかな検査が求められる。

症状と経過、検査方法は表1に示した通りで実施される²⁴⁾。ここで遺伝子検査（PCR検査、LAMP法）は、最も感度が高く確定診断に有用だが、特殊な機器や操作が必要で結果が判明するまで時間がかかり、発症10日以降は感染性のあるウイルスを評