

29 病初期の COVID-19 患者の呼気中には 1 時間に何百万もの SARS-CoV-2 ウイルスが含まれる

COVID-19 患者の呼気中、病棟の空気、物の表面に付着した SARS-CoV-2 ウイルスを定量した、中国北京大学の Yao ら¹⁾の報告です。

SARS-CoV-2 が空気中、換気扇、病院の床で検出され、キーボード、携帯電話、患者の手なども検査で陽性であったとの報告がある。また、物体表面や空気中ではウイルスが長時間生存するとの研究もある。ところが、COVID-19 感染が広がるルートについてはいまだに議論が多く、いかにして SARS-CoV-2 が空気中に放出されるかについての証拠が乏しい。最近になり、科学者たちは、COVID-19 の空気感染を認識し始めた。それにともない、WHO もガイドラインに変更を加えている。われわれは、COVID-19 患者の呼気中のウイルス量を環境検査とともにに行った。

中国北京市の病院 A, B の COVID-19 患者 57 名と、そうでない患者 4 名、さらに健康者 15 名を対象とした。北京大学で開発された BioScreen によって濃縮された呼気(Exhaled Breath Condensate, EBC)検体のうち 20 検体は海外から、さらに 29 検体は病院 A の集中治療室ならびに一般病棟より集められた。全体で 49 名の COVID-19 患者から 52 の EBC 検体が集められた。また、26 の空気サンプルが集塵機で集められ、242 の表面ぬぐい検体(10cm² ないしは 25cm²)が濡れた綿にて集められた。すべての検体で RT-PCR (Roche 96 fluorescence qPCR) を行い (*ORF1ab*, *N* 遺伝子を標的)、検出キット (Jiangsu Bioperfectus Technologies) を用いた。ウイルス量は、RNA 増幅の公式により求めた。

結 果

全体の SARS-CoV-2 陽性率をみると、EBC で 26.9% (n=52)だったが、表面検体と空気検体では低かった (それぞれ、5.4%, n=242; 3.8%, n=26)。Ct 値は、EBC で 35.54 ± 3.14 であった。この値は、患者間でばらつきがあったが、病初期の症例で高かった。このことから、呼気によるウイルス排出率は、 1.03×10^5 から 2.25×10^7 viruses per hour (n=14)と考えられた。ウイルスの同定キットは、*ORF1ab* と *N* とでは増幅効率が異なった。EBC 検体の 2 例 (A, B) では、SARS-CoV-2 が陽性であったが、彼らのスマートフォン、手、トレイ表面から

はウイルスは検出されなかった。一般病棟の患者 C では、患者ベッドの下にある換気口からウイルスが検出された。このように患者の呼気は、空気を汚染することに加え、表面汚染の原因とも考えられた。26 例の空気検体（ロボット使用を含む）のうち 1 例で、隔離ホテルの換気されていないトイレでウイルスが検出された (6.07×10^3 viruses/m³)。患者 D の枕や手から検出されたが、患者の呼気からは検出されなかった。空気検体からの陽性率は低かったが、患者ベッドの換気口から検出されたことを考えると、患者が滞在する病院などでは空気の汚染が起こっていると考えられる。242 の表面検体のうち、13 例は SARS-CoV-2 が陽性であった。これは 5 つのカテゴリーに分けられ、トイレのピット(16.7%, n=12)は最も効率で、以下、病院の床(12.5%, n=16)、患者が触れた部位(4.0%, n=149)、医療従事者が触れた部位(2.6%, n=38)であった。Ct 値は 36.38 ± 1.92 であり、物の表面で運ばれるウイルス量は、 7.10×10^1 から 1.72×10^3 viruses/cm² と考えられた。驚いたことに、COVID-19 陽性患者のモバイルフォン 22 検体のうち陽性だったのはわずかに 2 例であり、26 例の表面検体からウイルスは検出されなかった。このことから、COVID-19 において接触感染が主な感染様式であるという観測は、かならずしもあてはまらないと考えられた。

考 察

はじめて、われわれは SARS-CoV-2 が COVID-19 患者の呼吸によって直接空気中へ放出されることを示した。SARS-CoV-2 の検出限界は、PCR では 100 RNA copies/ μ L と言われている。換算式を使って、Ct 値から SARS-CoV-2 の呼気中の含有量は 10^5 - 10^7 copies/m³ と考えられた（平均呼吸数を 12 L/min として）。SARS-CoV-2 の呼吸による放出率は多くの因子、例えば病期、患者の活動度、おそらく年齢などによって異なる。COVID-19 の病期が初期において、呼気から空気中のウイルス排出率は最大 10^5 viruses/min であった。この結果は、以前の報告で、咽頭の SARS-CoV-2 ウイルス量が最大になるのは症状発現時であるとの結果と一致する。この研究からの別の重要な発見は、SARS-CoV-2 の放出は、同じ率で持続するものではなく、散発的であるということである。例えば、2 つの EBC 検体 (EBC-1, EBC-2) は患者 E から異なる日に集められたが、同じ方法を用いても異なる結果が得られた。

SARS-CoV-2 は、以前では病院の空気の微細な粒子として検出された。1 μ m

の蛍光生物学的粒子のピークは、健康人の呼気中で観察された。SARS-CoV-2 が陰性の空気検体は、SARS-CoV-2 の量が少ないため、あるいは、消毒薬による不活性化、新鮮な気流（一般病棟では、2.5 m³/min、ICU では一時間に 12 回の交換）による急速な希釈や除去によるためかもしれない。トイレの空気での SARS-CoV-2 の存在は、呼気中のウイルスや、トイレからのウイルスのエアロゾル化が原因かもしれない。無症候性患者からの COVID-19 感染拡大が報告されている。無症候性ウイルス保有者は、呼吸による飛沫を生じるような咳をしたり鼻をかんだりすることはない。したがって、病気の伝播が呼吸による飛沫で伝わると説明することが困難であり、むしろ微細なエアロゾル経由であると考えの方が理にかなっている。

SARS-CoV-2 の主たる感染経路は、今まさにおこっている COVID-19 の爆発的感染拡大を阻止するためにも遮断されなければならない。WHO によれば、COVID-19 の主たる感染経路は、大きな飛沫や直接の接触であるという。これとは対照的に、われわれは、COVID-19 患者のよく使用するモバイルフォン (9.0%) やいろいろな取手(0%)からは、SARS-CoV-2 はほとんど検出できなかった。SARS-CoV-2 の空気感染は、実際の生活の中の半密閉型な空間で COVID-19 が広がるのに重要な役割を果たしている。例としては、ワシントン州の合唱団や、中国広州市のレストランにおける集団感染である。今回は、他のウイルス放出活動、たとえば会話や歌などでの感染性や伝達性は検討しなかったが、われわれの研究により、呼気の放出が SARS-CoV-2 の空気中への放出に重要な役割を持っていることが明らかになった。これにより、観察されている空気感染による集団感染や、現在起きている爆発的感染拡大に大きな影響を与えていると思われる。したがって、SARS-CoV-2 の空気感染の危険を減らすためには、換気を促進し、マスクを装着することが不可欠である。

文献

- 1) Ma J, et al. Coronavirus disease 2019 patients in earlier stages exhaled millions of Severe Acute Respiratory Syndrome Coronavirus 2 per hour. Clin Infect Dis 2020
doi: 10.1093/cid/ciaa1283