



What's hot?

코로나19 유행의 방역

중앙대학교 의과대학 내과학교실 감염내과

최성호

Preventive Measures during Outbreak of Coronavirus Disease 2019

Seong-Ho Choi

Division of Infectious Diseases, Department of Internal Medicine, Chung-Ang University College of Medicine, Seoul, Korea

Respiratory tract infections caused by severe acute respiratory syndrome coronavirus 2 (SARS-CoV-2) originating from China began in late 2019 and became prevalent worldwide in early 2020. Korea was one of the closest countries to China and was forced to go through this pandemic. In the absence of vaccines or effective antiviral drugs, we have no choice but to re-use the old preventive measures used by humans in the past. In this review, I would like to discuss the preventive measures used in Korea during the pandemic. (Korean J Med 2020;95:134-140)

Keywords: COVID-19; Disease outbreaks; Respiratory tract infections

서 론

2019년 12월 중국 우한에서 원인을 알 수 없는 폐렴의 유행이 발생하였고, 원인 미생물이 RNA 바이러스인 신종 코로나 바이러스로 밝혀지면서 세계보건기구(World Health Organization, WHO)는 2020년 2월 11일, 이 질환을 coronavirus disease 2019 (COVID-19)로 명명하였다[1]. 이 신종 코로나바이러스는 유전자 서열 분석에서 severe acute respiratory syndrome coronavirus (SARS-CoV)와 79.5%의 유사성을 보이며, 박쥐 코로나바이러스인 BatCoV RaTG13과는 RdRp region이 96% 동일하여

박쥐의 코로나바이러스가 변이되어 사람에게로 전파되었거나, 밍크 또는 천산갑 같은 중간 숙주를 통해 사람에게 전파되었을 것으로 추정되고 있으며 SARS-CoV-2로 명명되었다[2-4].

2020년 1월 23일 중국 정부는 매일 수천 명의 감염자가 우한시를 중심으로 중국 내에 급속하게 발생하는 유행 상황을 지연시키기 위해 우한시의 비행기와 철도 운행을 중단하고 주요 도로를 봉쇄하는 우한시 봉쇄 조치를 발동하였다[5]. 이후 우한시에서는 의료체계가 마비되어 COVID-19 환자가 진료를 받지 못한 채 사망하고 부족한 개인보호장구로 환자

Received: 2020. 5. 19

Accepted: 2020. 5. 21

Correspondence to Seong-Ho Choi, M.D., Ph.D.

Division of Infectious Diseases, Department of Internal Medicine, Chung-Ang University Hospital, 102 Heukseok-ro, Dongjak-gu, Seoul 06973, Korea

Tel: +82-2-6299-3142, Fax: +82-2-6299-2017, E-mail: tobeservant@cau.ac.kr

Copyright © 2020 The Korean Association of Internal Medicine

This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0/>) which permits unrestricted noncommercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

를 진료하던 의료진들이 감염되어 사망하는가 하면 중국 정부가 1천 개의 임시 병상이 있는 병원을 열흘 만에 만들고 의료 지원이 되지 않는 실내 운동장 또는 전시관을 감염자 숙소로 개조하여 사용하는 등의 낯선 현상들이 일어났다[6-8]. 세계는 중국의 초기 방역 조치가 제대로 이루어지지 못한 결과로 이들 상황을 해석하고 중국에서 유입되는 감염자를 막기 위해 국경과 공항을 봉쇄하는 조치들을 연달아 시행하였다[9]. 중국 보건 당국은 COVID-19가 무증상 기간에도 전파된다는 발표를 통해 그들의 노력에도 불구하고 COVID-19의 방역이 쉬운 문제가 아님을 피력하였다[10]. 그 즈음 대부분의 전문가들은 중국 보건 당국의 이 발표를 그대로 신뢰하기 어려웠는데, 홍콩 시위 당시 중국의 언론 통제가 이미 잘 알려져 있었고 중국 정부의 감염자 사례 보고 건수와 사망자 보고 건수가 조작되어 있을 수 있다는 전문가들의 의견도 여러 차례 있었기 때문이다[11]. 또 저명한 학술지를 통해 보고된 무증상 감염자의 전파 증례가 실제로는 증상이 있는 환자를 통한 전파였다는 사실이 다른 학술지를 통해 공개되면서[12,13], COVID-19를 겪어 보지 않은 중국 이외의 국가들은 중국에서 나타난 현상을 바탕으로 COVID-19의 질병 역학적 특성을 이해하기보다는 이전의 SARS와 MERS의 기본 지식을 바탕으로 방역 조치를 계획하였다.

우리나라는 중국에 가장 인접한 아시아 국가들 중 하나로 2020년 1월 19일 중국 우한에서 입국한 중국 국적의 35세 여성이 처음으로 COVID-19로 진단되었고 초기에는 산발적 환자 발생만 있었다[14]. 2020년 2월 18일 대구에서 신천지 교인 31명 환자가 진단된 이후부터 대구-경북 지역을 중심으로 수백 명에 달하는 감염자가 매일 확인되면서 국가 전체가 COVID-19의 유행 국면으로 접어들게 되었다[15]. 대구-경북 지역의 감염자를 수용할 격리 병상이 없어 병원 외 사망이 속출하면서 우리는 중국에서 1개월 여 앞서 일어나던 상황을 대구-경북지역에서도 목격하였으며[16], 이전 SARS와 MERS에 대한 지식을 근거로 한 방역으로는 이 사태가 해결되기 어렵다는 점을 인지하게 되었다. 이후 우리나라는 질병관리본부를 중심으로 한 집중적인 접촉자 추적 및 격리(intensive contact tracing and isolation), 국민적인 사회적 거리두기(national application of social distancing), 접근성 높은 의료 체계를 통한 신속한 진단과 치료(early diagnosis and management through easily accessible healthcare system)의 방편을 통해 유행 상황을 점차 완화시켰다. 최근까지도 산발적인 집단 발생은 여전히 문제가 되고 있지만 사회적 거리두기의 완

화, 야구 및 축구 리그의 개막, 고3 학생들의 등교가 시작되었다. 우리나라의 유행 상태 완화가 중국의 우한 봉쇄와 같이 도시 전체의 사회 활동을 모두 중단하는 극단적 방편을 통해 얻은 결과가 아니라는 점은 COVID-19 유행을 겪고 있는 미국, 이탈리아, 스페인, 영국 등 여러 국가에 모범적인 선례가 되고 있으며[17], 백신과 치료약제의 개발이 확실치 않고 올 겨울을 앞두고 아직 끝나지 않은 COVID-19 유행을 대처해야 하는 입장에서 우리 스스로도 되새김해 볼 만한 내용임에 틀림없다. 남은 지면을 통해 COVID-19의 질병 역학적 특성을 바탕으로 이 유행 상황에 언급되고 있는 방역 조치들의 핵심적인 내용들을 요약해 보고자 한다.

본 론

COVID-19의 전파 특성

SARS-CoV-2는 SARS-CoV, MERS-CoV와 같이 호흡기 비말을 통해 사람 간에 전파되는 것으로 알려져 있다(droplet transmission) [18-20]. 비말 전파는 감염자가 기침 또는 재채기를 하면서 2 m 이내에 있는 상대의 눈, 코, 입 점막으로 비말이 튀어 들어가며 발생한다. 그러나 SARS-CoV, MERS-CoV의 경우 더 작은 입자를 통해 2 m보다 먼 거리에 있는 사람에게도 전파될 수 있는 공기 전파(airborne transmission)의 가능성이 제시되었고, SARS-CoV-2의 경우도 최근 실험에서 에어로졸 형태로 수시간 이상 공기 중에 존재 가능한 것으로 조사되었다[21]. 이 실험에서는 SARS-CoV-2가 플라스틱이나 스테인리스 스틸 표면에서 72시간까지 생존 가능하다는 점을 같이 보고하였다[21]. 이 외에도 바이러스가 배변 검체에서도 검출되고 호흡기 검체보다 더 오랜 기간 검출될 수 있음도 보고되었으며[22,23], 감염자의 입원 환경 중 특히 화장실 변기에서 바이러스가 검출되었다는 보고도 있다[24]. 따라서 일상 생활에서는 다음과 같은 다양한 전파 상황이 발생할 수 있다. 감염자와 2 m 거리 내에서 비말을 통해 전파된다. 감염자가 환기가 잘 되지 않는 밀폐된 공간에서 기침이나 재채기를 할 경우 공기를 통해 전파될 수 있다(병원, 직장, 학교, 종교 시설, 스포츠 시설, 유흥 시설, 각종 실내 단체 모임을 통한 전파 가능). 바이러스 배출이 많은 중증 폐렴 환자의 호흡기 조작을 통해 공기 전파가 가능하다(COVID-19 환자의 기도 삽관 또는 발관 과정, 기도 관을 통한 객담 흡인 등의 감염자 치료 상황을 통한 의료인 감염 가능). 감염자의

오염된 주위 환경을 손으로 만지고 손 위생을 하지 않고 눈, 코, 입 점막을 만져 전파될 수 있다(environmental transmission, fomite transmission). 특히 감염자가 배변 후 오염된 화장실 변기를 통한 전파 가능성도 제기되었다(fecal-to-oral or fecal-to-respiratory transmission).

SARS-CoV-2 감염자의 호흡기 검체 바이러스 역가를 보면 증상 발생 전일부터 초기 며칠간이 가장 높으며 이후 점차 감소한다[25,26]. 환자 간 전파 증례를 분석하였을 때도 증상 발생 전부터 증상 발생 후 5일까지가 그 이후 시기에 비해 전파력이 높은 것으로 조사되었다[27]. SARS-CoV-2는 질병 후기에 바이러스 역가가 높은 SARS, MERS와 달리 질병 초기부터 바이러스 역가가 높은 인플루엔자의 경우와 유사하면서 초기 증상은 1주일간 경미한 경우가 많아, 감염 초기에 정상적인 사회 활동을 유지하면서 바이러스를 전파하고 다니는 superspreading event가 발생하게 된다[28]. 또 무증상 감염자의 존재가 확인되었고, 무증상 감염자가 1-2주간 바이러스를 배출한다는 연구 결과들과 무증상 감염자를 통한 전파도 보고되었다[29]. 따라서 증상으로 감염자를 걸러내는 공향 입국 검역과 같은 방편으로는 감염자를 모두 찾아낼 수 없어 감염자 접촉이 의심되는 경우, 증상이 없더라도 적극적인 검사를 시행해야 하며 국가적인 사회적 거리두기가 요구된다.

접촉자 추적과 격리

우리나라는 2015년 국내 의료기관을 중심으로 MERS가 유행하던 초기에 감염자 발생 정보 공유 및 신속하고 면밀한 접촉자 추적에 실패하면서 MERS 유행의 확산을 겪었다[30]. 이후 접촉자 추적 및 격리 조치에 대한 실질적인 경험을 쌓게 되었고, 집중적인 접촉자 추적과 격리는 이번 COVID-19 방역에서 보건 당국의 가장 중요한 도구가 되었다. 스마트폰 이용자의 위치 정보, 출입국 관리사무소의 출입국 정보, CCTV 영상 조회, 신용카드사를 통한 거래 내역 조회, 교통비 결제 내역 조회, 국민 의료 보험 공단을 통한 의료 이용 기록 등을 모두 종합하여 접촉자를 찾아 접촉 정도에 따른 격리 조치를 시행하였는데, 준비된 체계와 경험 많은 역학조사관들을 통해 이러한 조치가 가능하였다[31]. 접촉자 추적과 격리의 효과는 중국의 최근 연구에서 증상 발생 후 격리까지의 시간을 평균 4.6일에서 평균 2.7일까지 2일 정도 줄였는데, 이는 감염자가 지역사회를 다니며 바이러스를 전파하

는 기간을 단축시킴으로 reproduction number (R_0)를 줄이는데 기여한다[32]. 그러나 감염자, 접촉자의 추적 과정 중 수집된 각종 정보들이 언론에 공개되면서 개인정보 노출, 개인이나 집단에 대한 과도한 인신공격, 특정 식당이나 장소에 방문자가 급감하는 등의 반작용이 발생하여 공개할 정보에 대한 지침이 개정되기도 하였다[31]. 역학조사관들이 일일이 접촉자를 선별하고 정보를 취합하는 복잡한 과정을 줄이기 위해 같은 스마트폰 애플리케이션을 갖고 있는 사람들이 언제 얼마나 가까이 있었는지가 자동적으로 기록되도록 하고, 감염자 발생 시 이 정보를 이용하여 자동적인 접촉자 선별이 가능하도록 하는 시스템을 제안한 경우도 문헌에 소개되었다[33]. 향후 다양한 기술을 이용한 접촉자 추적과 격리 조치의 시도가 있을 것으로 사료되며, 역시나 개인 정보 노출의 문제가 극복해야 할 문제로 남아 있다.

추후 이번 COVID-19 유행에 적극적인 접촉자 추적과 격리로 대응한 국가와 그렇지 않은 국가들의 유행 전개 양상과 환자 발생 추이를 비교해 보는 것이 이 조치의 효과를 평가하는 데 도움이 될 것으로 사료된다.

사회적 거리두기

Social distancing은 physical distancing (물리적 거리두기)으로도 불리며 감염자와 비감염자가 섞이지 않게 하여 감염병의 유행을 억제하는 방법이다[34]. 2020년 3월 22일 보건 당국은 15일간의 강력한 사회적 거리두기 행동지침을 발표하였고, 이는 2020년 5월 5일까지 지속되면서 국내 감염자의 수를 현격하게 감소시키는 데 기여하였던 것으로 사료된다. 이는 중국 우한시 봉쇄 정책과 같은 강제적인 방역 정책을 대구 경북 지역 대상으로 시행하지 않고도 점차 환자 발생을 줄일 수 있었던 중요한 이유 중 하나로 인식되고 있으며, 전 국민적인 참여가 이루어 낸 결과로 사료된다. 싱가포르의 역학 자료를 바탕으로 만들어진 수학적 예측 모델에서는 감염자 격리, 휴교, 직장 내 물리적 거리두기 시행의 효과가 감염자의 수를 78.2-99.3%까지 줄일 수 있었다는 수치를 제시하였다[35]. 그러나 이러한 조치를 통해 발생하는 경제 활동의 감소로 소득이 감소하고 실직자가 증가하는 등의 문제가 발생하며, 특히 경제적 취약 계층에 미치는 여파가 극심할 수 있어 이들에 대한 경제적 위험을 경감시킬 수 있는 동반 대책이 요구된다[34]. 국가마다 정치 문화적 특성에 따라 이러한 사회적 거리두기의 참여 정도와 사회적 효과는 다를 수 있어 필요한 시점

에 사회적 거리두기의 참여를 이끌어 낼 수 있으려면 투명한 정보 공개와 소통을 통한 방역 당국과 방역 정책에 대한 신뢰성이 담보되어야 할 것으로 사료된다. 중국의 우한시 봉쇄 정책은 사회적 거리두기의 가장 극단적인 경우로 볼 수 있다. 봉쇄 정책의 효과를 추정해 본 연구에서는 방역 조치가 이루어지고 있는 특정 시간 t 동안의 reproduction number인 effective reproduction number (R_t) 개념을 이용하여 봉쇄 정책 전후의 R_t 값 변화를 계산해 보았고 정책 전 34에 달하던 값이 정책이 발효된 2020년 1월 23일부터 2월2일 사이에 1에 가까운 값으로 현격히 감소되는 결과를 보여주었다[36]. 그러나 그 효과에도 불구하고 이러한 정책이 민주주의를 표방하는 국가들에서 실현 가능한 것인지, 특히 전 국민의 안전을 위해 봉쇄된 지역민들의 인권과 안전을 제한하는 것이 과연 반드시 필요한 것인지에 대한 논란은 피할 수 없을 것으로 사료된다.

접근성 높은 의료체계를 통한 신속한 진단과 치료

COVID-19와 같은 대유행 기간 동안 감염병 진료와 일반 질환에 대한 진료가 같이 이루어지기 위해서는 유행 질환만을 진료하도록 격리 병상을 갖추고 훈련된 감염병 전문 의료인력이 상주하는 준비된 전문 의료기관이 필요하다. 이는 감염자와 일반 환자가 같은 병원을 방문하면서 병원이 감염 전파의 새로운 원인이 되는 2015년 MERS 유행과 같은 상황을 방지하기 위한 것이다[37]. 이런 전문 의료기관이 유행 증가에 대응할 만큼 충분히 확보되고, 전문 의료기관의 격리 병상은 꼭 필요한 환자가 즉시 사용할 수 있어야 한다. COVID-19 유행을 통해 우리는 이런 진료 체계의 필요성을 잘 인지하게 되었다. 대구 경북 지역의 COVID-19 유행 초기에 급속한 전파로 인한 감염자 수의 폭발적인 증가로 격리 병상의 부족 현상이 나타났다[38]. 이 지역에는 감염병 전문 병원이 없었기 때문에 일선 대학병원들이 감염병 환자의 진료를 우선 담당하였고, 이들 병원들은 미처 진단되지 못한 감염자로 인해 의료인이 격리되고 방역을 위해 건물 일부가 임시로 폐쇄되는 사태를 경험하게 되었다. 중증 환자가 준비된 격리실로 입원하지 못해 사망하는 경우가 발생하였고, 유행 초기 진단된 중증 환자는 격리 병상을 오랜 기간 차지하고 있어 격리 병상의 부적절한 배정 문제까지 부각되었다. 보건 당국은 균의관과 간호장교를 투입하고 이동형 음압기로 임시 음압 병상을 만들어 공공의료기관을 COVID-19 전문 의료기관으로 변경하고, 확진자 대상으로 전화 문진을

통해 중증도 점수 체계로 중증 환자를 선별하여 이들은 격리 병실이 아닌 생활치료센터로 입소하여 관찰하도록 하였다[39,40]. 이렇게 의료 체계의 기능을 유지하면서 감염자와 비감염자 모두 병원을 이용할 수 있게 되기까지는 다양한 시행 착오를 겪고, 보건당국과 의료인들의 노력 및 시간이 요구되었다.

감염자로 확인되지 않은 의심자가 감염 전파에 대한 위험 없이 안전하게 방문하여 신속하게 검사를 받을 수 있는 체계 또한 매우 중요한 부분으로 유행 기간 동안 지역 보건소가 이 기능을 담당하였으나 일요일 또는 공휴일에는 기능을 할 수 없었고 전문 의료인력이 상주하고 있지 않는 경우가 많아 전문적인 판단이 필요한 다양한 환자들에 적절한 조치를 취하기 어려웠다. 따라서 민간병원들 중 호흡기 질환 환자를 따로 진료할 수 있도록 분리된 이동 경로와 음압 진료실이 구비되고 개인보호장구를 입은 전문 의료인력이 있는 안심 병원들을 선정하였다. 그러나 밀폐된 검사실에서 검체 채취를 위해 감염자가 객담을 뱉는 경우 수시간 동안 에어로졸이 공기 중에 존재할 수 있으므로 충분한 환기와 표면 소독 이후에야 다시 검사를 진행할 수 있어 하루 진료 가능한 환자 수가 제한되었다. 이를 해결하기 위해 야외에서 자동차를 타고 이동하면서 검사를 받는 drive-through, 음압 부스 내에 환자가 들어오면 의료진은 부스 외부에서 내부와 연결된 장갑을 통해 검체를 채취하는 walk-through 등의 기발한 방법들이 고안되어 현재는 다른 나라에서도 사용하는 방법이 되었다[41-43]. 접근성 높은 의료체계를 통해 감염자를 신속하게 발견 격리하여 유행 가능성을 줄이고 발견된 감염자에 대한 시기적절한 치료를 제공하여 사망자를 줄이기 위해서는 여러가지 요소가 필요하며 이를 위한 철저한 대비가 필요하다고 사료된다.

개인 보호구

감염자를 진료하는 의료인들에 대한 개인 보호구 착용에 대해 WHO와 CDC는 N95 마스크, 고글 또는 페이스 쉴드, 격리 가운, 장갑을 권장하였다[44,45]. 그러나 중증 폐렴 환자의 기관 삽관 시에 머리카락과 보호되지 못한 목 등의 부위에 비밀이 튀는 것을 보여주는 마네킹 실험 결과가 있었다[46]. 국내의 경우 대부분의 병원들이 N95 마스크, 고글 또는 페이스 쉴드를 착용하고 level D 방호복을 착용하거나 N95 마스크, 고글 또는 페이스쉴드, 수술용 모자, 비닐 가운, 수술용

장갑을 착용하도록 자체적인 지침을 세워 이들 국제 지침보다 더 강화된 개인 보호구 착용을 시행하였던 것으로 사료된다. 이러한 보호구를 적절히 착용하고도 감염된 사례는 아직까지는 거의 보고되지 않았으며, 대개 보호구를 탈의하는 과정의 오염이 가장 문제가 되는 것으로 알려져 있다[47].

COVID-19가 지역사회에 대규모 감염을 일으켰기 때문에 의료인이 아닌 일반인이 개인 보호구 특히 마스크를 착용하는 것이 필요할지가 유행 기간 내내 논란거리가 되고 있다. 국내에서는 격리실에 입원한 감염자가 마스크를 쓰지 않고 기침하였을 때, 면 마스크 또는 수술용 마스크를 쓰고 기침할 때, N95와 KF94 마스크를 쓰고 기침할 때 환자 앞에 놓인 페트리 접시 위에 떨어지는 바이러스가 있는지 확인하는 실험이 진행되었는데 면 마스크나 수술용 마스크를 쓰고 기침한 경우에는 쓰지 않은 경우와 마찬가지로 바이러스가 페트리 접시 위에서 발견되었으나 KF94와 N95의 경우에는 발견되지 않아 감염자가 면 마스크나 수술용 마스크를 쓰고 기침할 경우 바이러스가 주위 환경을 오염시킬 수 있다는 점을 보여주었다. 그러나 저자들은 해당 결과가 모든 경우에 면 마스크와 수술용 마스크가 필요 없다는 결론을 제시한 것은 아니므로 해석에 주의가 필요하다고 밝혔다[48]. 일부 국가에서 마스크는 의료진들에 필요한 것이며, 손 위생과 적절한 거리두기가 더 중요하다고 언급하고 있으나 환기가 불량하고 밀폐된 공간에서 많은 사람들과 시간을 보내야 할 경우 마스크가 필요할 것으로 사료되며, 서울과 같은 인구가 밀집한 대도시에서 지하철을 타고 직장생활을 하는 많은 시민들에게는 마스크를 권장하지 않을 수 없다고 사료된다.

결 론

COVID-19 유행의 진원지인 중국과 가장 인접한 국가로 전 세계적으로는 초기에 유행을 겪었으나 이후 발생한 미국 또는 유럽 국가들에 비해 감염자 수가 적어 사망자 수 또한 많지 않은 점은 앞서 언급한 다양한 노력의 결과라고 사료된다. 그러나 COVID-19 유행은 아직 진행 중에 있으며, 최근 일어난 이태원 나이트 클럽 감염자 발생으로 인한 집단 유행의 발생은 현재 상황을 낙관하기에는 이르다는 점을 가르쳐 주고 있으며, COVID-19에 대한 효과적인 치료약과 백신이 아직 요원한 현 시점에서 유행에 대비하기 위해 다양한 방법들의 장단점을 파악하고, 이를 적절히 활용하기 위한 창의적

이고 지속적인 노력이 필요하다.

중심 단어: 코로나19; 유행; 호흡기 감염

REFERENCES

1. World Health Organization. WHO Director-General's remarks at the media briefing on 2019-nCoV on 11 February 2020 [Internet]. Geneva (CH): World Health Organization, c2020 [cited 2020 May 4]. Available from: <https://www.who.int/dg/speeches/detail/who-director-general-s-remarks-at-the-media-briefing-on-2019-ncov-on-11-february-2020>.
2. Zhou P, Yang XL, Wang XG, et al. A pneumonia outbreak associated with a new coronavirus of probable bat origin. *Nature* 2020;579:270-273.
3. Cheng ZJ, Shan J. 2019 novel coronavirus: where we are and what we know. *Infection* 2020;48:155-163.
4. Lam TTY, Shum MHH, Zhu HC, et al. Identification of 2019-nCoV related coronaviruses in Malayan pangolins in southern China [Internet]. New York (US): BioRxiv, c2020 [cited 2020 May 5]. Available from: <https://www.biorxiv.org/content/10.1101/2020.02.13.945485v1.abstract>.
5. Chen W, Wang Q, Li YQ, et al. Early containment strategies and core measures for prevention and control of novel coronavirus pneumonia in China. *Zhonghua Yu Fang Yi Xue Za Zhi* 2020;54:239-244.
6. Zhan M, Qin Y, Xue X, Zhu S. Death from COVID-19 of 23 health care workers in China. *N Engl J Med* 2020 Apr 15 [Epub]. <https://doi.org/10.1056/NEJMc2005696>.
7. Williams S. Coronavirus: how can China build a hospital so quickly? [Internet]. London (UK): BBC, c2020 [cited 2020 May 7]. Available from: <https://www.bbc.com/news/world-asia-china-51245156>.
8. Pickrell R. Wuhan is scrambling to fill 11 sports centers, exhibition halls, and other local venues with over 10,000 beds to create makeshift coronavirus hospitals [Internet]. New York (US): Business insider, c2020 [cited 2020 May 5]. Available from: <https://www.businessinsider.com/wuhan-sports-stadiums-makeshift-coronavirus-hospitals-2020-2>.
9. Kiernan S, DeVita M. Travel restrictions on China due to COVID-19 [Internet]. New York (US): Think Global Health, c2020 [cited 2020 May 11]. Available from: <https://www.thinkglobalhealth.org/article/travel-restrictions-china-due-covid-19>.
10. Gallagher J. China coronavirus 'spreads before symptoms show' [Internet]. London (UK): BBC, c2020 [cited 2020 May 11]. Available from: <https://www.bbc.com/news/world-asia-china-51254523>.

11. Baud D, Qi X, Nielsen-Saines K, Musso D, Pomar L, Favre G. Real estimates of mortality following COVID-19 infection. *Lancet Infect Dis* 2020 March 12 [Epub]. [https://doi.org/10.1016/S1473-3099\(20\)30195-X](https://doi.org/10.1016/S1473-3099(20)30195-X).
12. Rothe C, Schunk M, Sothmann P, et al. Transmission of 2019-nCoV infection from an asymptomatic contact in Germany. *N Engl J Med* 2020;382:970-971.
13. Kupferschmidt K. Study claiming new coronavirus can be transmitted by people without symptoms was flawed [Internet]. Washington (DC): Science, c2020 [cited 2020 May 11]. Available from: <https://www.sciencemag.org/news/2020/02/paper-non-symptomatic-patient-transmitting-coronavirus-wrong#>.
14. Kim JY, Choe PG, Oh Y, et al. The first case of 2019 novel coronavirus pneumonia imported into Korea from Wuhan, China: implication for infection prevention and control measures. *J Korean Med Sci* 2020;35:e61.
15. Korean Society of Infectious Diseases; Korean Society of Pediatric Infectious Diseases; Korean Society of Epidemiology; Korean Society for Antimicrobial Therapy; Korean Society for Healthcare-associated Infection Control and Prevention; Korea Centers for Disease Control and Prevention. Report on the epidemiological features of coronavirus disease 2019 (COVID-19) outbreak in the Republic of Korea from January 19 to March 2, 2020. *J Korean Med Sci* 2020;35:e112.
16. Park PG, Kim CH, Heo Y, Kim TS, Park CW, Kim CH. Out-of-hospital cohort treatment of coronavirus disease 2019 patients with mild symptoms in Korea: an experience from a single community treatment center. *J Korean Med Sci* 2020;35:e140.
17. Lu N, Cheng KW, Qamar N, Huang KC, Johnson JA. Weathering COVID-19 storm: successful control measures of five Asian countries. *Am J Infect Control* 2020 April 21 [Epub]. <https://doi.org/10.1016/j.ajic.2020.04.021>.
18. Peeri NC, Shrestha N, Rahman MS, et al. The SARS, MERS and novel coronavirus (COVID-19) epidemics, the newest and biggest global health threats: what lessons have we learned? *Int J Epidemiol* 2020 Feb 22 [Epub]. <https://doi.org/10.1093/ije/dyaa033>.
19. Phelan AL, Katz R, Gostin LO. The novel coronavirus originating in Wuhan, China: challenges for global health governance. *JAMA* 2020;323:709-710.
20. World Health Organization. Coronavirus disease 2019 (COVID 2019) situation report-66 [Internet]. Geneva (CH): World Health Organization, c2020 [cited 2020 May 15]. Available from: <https://www.who.int/docs/default-source/coronaviruse/situation-reports/20200326-sitrep-66-covid-19.pdf>.
21. van Doremalen N, Bushmaker T, Morris DH, et al. Aerosol and surface stability of SARS-CoV-2 as compared with SARS-CoV-1. *N Engl J Med* 2020;382:1564-1567.
22. Han MS, Seong MW, Heo EY, et al. Sequential analysis of viral load in a neonate and her mother infected with severe acute respiratory syndrome coronavirus 2. *Clin Infect Dis* 2020 April 16 [Epub]. <https://doi.org/10.1093/cid/ciaa447>.
23. Donà D, Minotti C, Costenaro P, Da Dalt L, Giaquinto C. Fecal-oral transmission of SARS-CoV-2 in children: is it time to change our approach? *Pediatr Infect Dis J* 2020 Apr 16 [Epub]. <https://doi.org/10.1097/INF.0000000000002704>.
24. Lui Y, Ning A, Chen Y, et al. Aerodynamic analysis of SARS-CoV-2 in two Wuhan hospitals. *Nature* 2020 April 27 [Epub]. <https://doi.org/10.1038/s41586-020-2271-3>.
25. To KK, Tsang OT, Leung WS, et al. Temporal profiles of viral load in posterior oropharyngeal saliva samples and serum antibody responses during infection by SARS-CoV-2: an observational cohort study. *Lancet Infect Dis* 2020;20:565-574.
26. Pan Y, Zhang D, Yang P, Poon LLM, Wang Q. Viral load of SARS-CoV-2 in clinical samples. *Lancet Infect Dis* 2020;20:411-412.
27. Cheng HY, Jian SW, Liu DP, et al. Contact tracing assessment of COVID-19 transmission dynamics in Taiwan and risk at different exposure periods before and after symptom onset. *JAMA Intern Med* 2020 May 1 [Epub]. <https://doi.org/10.1001/jamainternmed.2020.2020>.
28. Huang C, Wang Y, Li X, et al. Clinical features of patients infected with 2019 novel coronavirus in Wuhan, China. *Lancet* 2020;395:497-506.
29. Pan Y, Yu X, Du X, et al. Epidemiological and clinical characteristics of 26 asymptomatic severe acute respiratory syndrome coronavirus 2 carriers. *J Infect Dis* 2020 Apr 22 [Epub]. <https://doi.org/10.1093/infdis/jiaa205>.
30. Oh MD, Park WB, Park SW, et al. Middle East respiratory syndrome: what we learned from the 2015 outbreak in the Republic of Korea. *Korean J Intern Med* 2018;33:233-246.
31. Park S, Choi GJ, Ko H. Information technology-based tracing strategy in response to COVID-19 in South Korea—privacy controversies. *JAMA* 2020 Apr 23 [Epub]. <https://doi.org/10.1001/jama.2020.6602>.
32. Bi Q, Wu Y, Mei S, et al. Epidemiology and transmission of COVID-19 in 391 cases and 1286 of their close contacts in Shenzhen, China: a retrospective cohort study. *Lancet Infect Dis* 2020 Apr 27 [Epub]. [https://doi.org/10.1016/S1473-3099\(20\)30287-5](https://doi.org/10.1016/S1473-3099(20)30287-5).
33. Ferretti L, Wymant C, Kendall M, et al. Quantifying SARS-CoV-2 transmission suggests epidemic control with digital contact tracing. *Science* 2020 May 8 [Epub]. <https://doi.org/10.1126/science.abb6936>.
34. Lewnard JA, Lo NC. Scientific and ethical basis for social-distancing interventions against COVID-19. *Lancet Infect Dis* 2020 Mar 23 [Epub]. <https://doi.org/10.1016/>

- S1473-3099(20)30190-0.
35. Koo JR, Cook AR, Park M, et al. Interventions to mitigate early spread of SARS-CoV-2 in Singapore: a modelling study. *Lancet Infect Dis* 2020 Mar 23 [Epub]. [https://doi.org/10.1016/S1473-3099\(20\)30162-6](https://doi.org/10.1016/S1473-3099(20)30162-6).
 36. Pan A, Liu L, Wang C, et al. Association of public health interventions with the epidemiology of the COVID-19 outbreak in Wuhan, China. *JAMA* 2020;323:1915-1923.
 37. Huh K, Shin HS, Peck KR. Emergent strategies for the next phase of COVID-19. *Infect Chemother* 2020;52:105-109.
 38. Choi JY. Covid-19 in South Korea. *Postgrad Med J* 2020 May 4. Available from: <https://doi.org/10.1136/postgradmedj-2020-137738>.
 39. Kim SW, Lee KS, Kim K, Lee JJ, Kim JY; Daegu Medical Association. A brief telephone severity scoring system and therapeutic living centers solved acute hospital-bed shortage during the COVID-19 outbreak in Daegu, Korea. *J Korean Med Sci* 2020;35:e152.
 40. Peck KR. Early diagnosis and rapid isolation: response to COVID-19 outbreak in Korea. *Clin Microbiol Infect* 2020 Apr 25 [Epub]. <https://doi.org/10.1016/j.cmi.2020.04.025>.
 41. Kwon KT, Ko JH, Shin H, Sung M, Kim JY. Drive-through screening center for COVID-19: a safe and efficient screening system against massive community outbreak. *J Korean Med Sci* 2020;35:e123.
 42. Kim SI, Lee JY. Walk-through screening center for COVID-19: an accessible and efficient screening system in a pandemic situation. *J Korean Med Sci* 2020;35:e154.
 43. Lee J. COVID-19 screening center: how to balance between the speed and safety? *J Korean Med Sci* 2020;35:e157.
 44. World Health Organization. Rational use of personal protective equipment for coronavirus disease 2019 (COVID-19) [Internet]. Geneva (CH): World Health Organization, c2020 [cited 2020 May 18]. Available from: https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/331215/WHO-2019-nCov-IPCPPE_use-2020.1-eng.pdf.
 45. US Centers for Disease Control and Prevention. Interim infection prevention and control recommendations for patients with suspected or confirmed coronavirus disease 2019 (COVID-19) in healthcare settings [Internet]. Washington (DC): US Centers for Disease Control and Prevention, c2020 [cited 2020 May 18]. Available from: <https://www.cdc.gov/coronavirus/2019-ncov/infection-control/control-recommendations.html>.
 46. Feldman O, Meir M, Shavit D, Idelman R, Shavit I. Exposure to a surrogate measure of contamination from simulated patients by emergency department personnel wearing personal protective equipment. *JAMA* 2020 April 27 [Epub]. <https://doi.org/10.1001/jama.2020.6633>.
 47. Durante-Mangoni E, Andini R, Bertolino L, et al. Low rate of severe acute respiratory syndrome coronavirus 2 spread among health-care personnel using ordinary personal protection equipment in a medium-incidence setting. *Clin Microbiol Infect* 2020 May 1 [Epub]. <https://doi.org/10.1016/j.cmi.2020.04.042>.
 48. Bae S, Kim MC, Kim JY, et al. Effectiveness of surgical and cotton masks in blocking SARS-CoV-2: a controlled comparison in 4 patients. *Ann Intern Med* 2020 Apr 6 [Epub]. <https://doi.org/10.7326/M20-1342>.