안과진료에서 COVID-19의 감염 위험과 예방

김 재 영 | 충남대학교 의과대학 안과학교실

Risk and prevention of COVID-19 in ophthalmic practice

Jaeyoung Kim, MD

Department of Ophthalmology, Chungnam National University College of Medicine, Daejeon, Korea

The ongoing coronavirus disease 2019 (COVID-19) pandemic, caused by severe acute respiratory syndrome coronavirus 2 (SARS-CoV-2), was first reported in China in December 2019. Recent reports have confirmed that SARS-CoV-2 is primarily transmitted through secretions of the respiratory tract; however, it remains controversial whether or not COVID-19 affects the eye. This study presents a review of current evidence related to ocular transmission of SARS-CoV-2 for gaining a better understanding of the ocular manifestations of patients with COVID-19. The study also summarizes appropriate measures to be taken to protect healthcare providers in the ophthalmology department from being exposed to infected tears or conjunctival secretions. Some studies reported that SARS-CoV-2 can be transmitted through infected tears and conjunctival secretions of patients with COVID-19. Ocular manifestations such as injection, increased discharge, or epiphora, which are consistent with those of viral conjunctivitis, are more commonly reported. Therefore, during the ongoing COVID-19 pandemic, personnel working in the ophthalmology department should be provided with adequate and appropriate personal protection equipment. The exact mechanism and pathophysiology of ocular transmission of SARS-CoV-2 remain unclear, thus warranting further studies.

Key Words: COVID-19; SARS-CoV-2; Eye infection; Conjunctivitis; Tears

서론

2019년 12월 중국의 우한에서 시작된 코로나바이러스감염증-19(coronavirus disease 2019, COVID-19)이 전 세계로 빠르게 전파되어, 1년이 지난 현재까지도 확산세가 줄

어들지 않고 있다. 2020년 12월 12일 기준으로 전 세계 약 220개 국가에서 7천만 명 이상이 감염되었고, 160만 명 이상이 사망하였다. 국내에서도 올해 초 우한에서 온 관광객이 COVID-19로 확진되면서 서서히 전파되기 시작하여, 경북 대구에서 집단감염이 발생한 이후 급격히 확산되었다. 집회를 자제하고, 사회적 거리두기를 실천하는 등 확산을 막기 위한 다방면의 노력을 기울여 확산세가 다소 안정화되는 듯 하였으나, 전파력이 센 바이러스 변종의 출현, 지속적인 해외유입, 무증상 전파자의 존재, 지역사회 내 전파 등의 이유로 쉽게 종식되지 못하고, 반복적인 확산을 겪고 있다. 지난 여름 대전 및 광주를 중심으로 이차 파동이 시작되면서 COVID-19의 누적 확진자는 1만여 명 이상이 되었고, 이후

Received: December 15, 2020 Accepted: December 28, 2020

Corresponding author: Jaeyoung Kim
E-mail: jykim_oph@cnuh.co.kr

© Korean Medical Association

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 non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

종교 소모임, 각종 집회 및 스포츠 관람 등이 재개됨과 맞물려 서울과 수도권을 중심으로 환자수가 대폭 늘어났다. 날씨가 추워지고, 실내활동이 늘어나면서 확산세에 급격한 가속도가 붙어 2020년 12월 10일 기준 국내의 누적 확진자 수는 4만 명을 넘어섰고, 방역단계를 높여 강력한 대처를 하고 있지만 최근까지도 지속적으로 하루에 6백여 명 이상의 환자가 발생하고, 확진자 수가 연일 최대기록을 갱신하는 등 삼차 대유행이 장기화되고 있다.

이 질환은 새로운 유형의 코로나바이러스에 의한 감염질환으로 밝혀졌다. 이 바이러스는 2002년에 전 세계에 빠르게 확산된 중증급성호흡기증후군(severe acute respiratory syndrome, SARS)의 원인 병원체인 사스 코로나바이러스(SARS-associated coronavirus, SARS-CoV)와 매우 유사한, coronaviridae family에 속하는 RNA 바이러스로[1], SARS-CoV-2라 명명되었다. 이러한 코로나바이러스는 사람의 코나 기관지 점막에 결합하여 감염되기 때문에, 몸 밖으로 노출되어 있는 점막인 결막 역시 중요한 감염경로가 될 수 있을 것으로 생각되고 있다. 실제로 2003년에 시행된 연구에서, 36명의 SARS 환자 결막에서 채취한 눈물로 역전사 중합효소연쇄반응(reverse transcription-polymerase chain reaction, RT-PCR)을 시행한 결과, 세 명의 검체에서 SARS-CoV 양성이 확인되었다[2].

SARS-CoV-2의 염색체는 SARS-CoV의 염색체와 82% 일치하며, 유사한 수용체를 지녔다[3]. 따라서 유사한 전염 형태를 가질 것으로 생각되며, 결막을 통한 감염 가능성 또한 꾸준히 제기되고 있다. 이에 대한 다양한 보고들이 계속되고 있는데, 중국의 우한에서 진료를 보던 호흡기 전문의(Dr. Guangfa Wang)가 고글 외에는 N95 마스크를 비롯한 모든 보호장구를 완벽하게 착용했음에도 불구하고, SARS-CoV-2에 감염된 것이 보고되었으며, 당시 한쪽 눈에 발생한 결막염이 바이러스 감염 후 나타난 첫 번째 증상이었다[4].

2020년 12월 현재 PubMed를 통해 누적된 COVID-19 관련 논문 수는 8만 건을 넘어섰지만, 안과 영역에서의 연구는 상대적으로 부족하다. 현재까지 국내의 COVID-19 확진 환자에서, 결막염의 발생 여부 및 결막에서 SARS-CoV-2의 검출 여부를 조사한 연구는 거의 없으며, 해외에

서도 많은 수의 환자를 포함하여 체계적으로 이루어진 연구는 많지 않다. 이 종설에서는 문헌고찰을 통해 결막을 통한 COVID-19의 전염 가능성과 SARS-CoV-2에 감염 시 발생할 수 있는 눈의 증상들에 대해 이해하고, 안과 진료 시에 노출될 수 있는 감염 위험에 대비하여, 적절한 대처방안을 알아보려고 한다.

결막을 통한 SARS-CoV-2 감염

SARS-CoV-2는 SARS-CoV와 매우 유사한 구조를 갖는데, 바이러스 표면의 스파이크 단백질이 세포 표면에 발현되어 있는 angiotensin-converting-enzyme-2 (ACE2)에 결합하여 세포 내로 침입하는 것으로 알려져 있고[5], 코와 기관지 점막의 세포들에 ACE2가 발현되어 있는 것이 확인되었다[6,7]. 또한 바이러스가 세포에 침입하기 위해 단백질분해효소인 TMPRSS2가 ACE2에 결합한 바이러스의 스파이크와 상호작용하는 것이 밝혀졌다[8]. 결막을 통한 SARS-CoV-2의 감염기전이 아직 모두 명확하게 밝혀진 것은 아니지만, 사람의 결막과 각막에서도 ACE2와 TMPRSS2가 발현되는 것이 확인되었다[9]. 최근의 한 연구에서는 원숭이 결막에 바이러스 희석액(1×10^6 TCID₅₀)을 점종한 뒤, 1주일 후 원숭이의 결막 및 눈물기관, 코점막, 구강, 인두, 폐 등에서 바이러스가 검출되고 경미한 폐렴이 유발된 것을 확인하여, 결막을 통한 COVID-19의 감염이 실제로 가능함을 입증하였다[10].

결막을 통한 SARS-CoV-2의 감염 사례와 COVID-19 환자에서 보이는 눈 증상

서론에 기술한 우한의 호흡기 전문의 경우처럼, SARS-CoV-2 감염 후 다른 증상 없이 결막염의 증상이 가장 먼저 나타나는 환자들의 사례가 종종 보고되고 있다. 이란에서 보고된 사례에서는, 특별한 여행력이 없고, 열, 기침 등의 폐렴 증상이 없던 65세 남자가 눈의 작열감 및 눈곱으로 안과 진

료를 보았고, 점액성의 분비물 및 여포성 결막염을 보여 바이러스성 결막염을 진단받고 귀가하였는데, 2일 후 고열, 마른기침과 호흡곤란이 생겼으며, 비인두 검체 및 결막 분비물에서 SARS-CoV-2 양성 결과를 보여 COVID-19로 확진되었다. 또 다른 중국의 사례보고에서는, 가족이 확진된 뒤 채취한 비인두 검체에서 SARS-CoV-2 양성이 나와 격리된 2년 10개월 된 소아환자에서, 호흡기 및 전신 증상 없이 격리 7일째에 결막염과 눈꺼풀 피부염의 증상만을 보인 경우도 있었다[11].

SARS-CoV-2가 결막을 통해 전염이 가능하고, 결막염을 유발할 수 있다는 증거들이 조금씩 쌓이기 시작하자 COVID-19 확진 환자의 눈물과 결막의 분비물에서 SARS-CoV-2가 검출되는지 확인하기 위한 연구들이 세계 각국에서 시도되고 있다. Xia 등[12]은 30명의 COVID-19 확진 환자의 결막에서 2-3일 간격으로 두 차례 검체를 채취해 RT-PCR을 해본 결과, 충혈과 물 같은 분비물의 결막염 증상이 있던 환자 한 명에서는 두 번의 검체 모두 SARS-CoV-2 양성의 결과가 나왔으나, 결막염 증상이 없던 나머지 29명에서는 두 번의 검체 모두에서 음성이 나왔음을 보고하였다. 또 다른 연구에서는, COVID-19 확진 환자 38명 중 12명(31.6%)에서 충혈, 결막부종, 눈물흘림, 눈곱과 같은 결막염 증상이 관찰되었고, 전체 환자 중 2명(5.6%)의 결막 검체 RT-PCR에서 SARS-CoV-2 양성 결과가 나왔다[13]. 이란에서는, 조절되지 않는 심한 폐렴 환자 43명 중 3명(7%)에서 비인두 및 눈물 검체 모두에서 동시에 RT-PCR 양성 결과가 나왔음을 보고하였고[14], 터키의 한 연구에서는 'COVID-19 진단과 치료 가이드라인'에 따라 COVID-19 환자로 분류된 32명의 환자에서 결막 검체를 채취하여 RT-PCR 한 결과, 다섯 명(16%)의 환자에서 SARS-CoV-2 양성이 나왔는데, 다섯 명 모두 결막염의 증상은 없었으며, 다섯 명 중 세 명은 비인두 검체에서 SARS-CoV-2 양성, 두 명은 음성이었음을 보고하였다[15]. 앞에 기술한 여러 연구들의 결과를 종합해 보면, 감염 환자들 중 일부는 호흡기 혹은 전신 증상 없이 결막염의 증상부터 보이거나 결막염의 증상만을 보이는 환자들과 있고, 대체적으로 결막염 증상을 보이는 환자들에서 결막 검사 시

SARS-CoV-2가 검출되는 빈도가 더 높았다. 또한 결막염 증상이 없더라도 결막의 검체에서 SARS-CoV-2가 확인되는 경우도 있었다. 환자들에서 나타난 결막염 증상은 일반적으로 바이러스 감염성 결막염에서 볼 수 있는 충혈, 눈곱, 눈물 흘림 등이었다.

국내의 사례

대구에 있는 한 대학병원에서 COVID-19 확진 환자를 대상으로 후향적 연구를 한 결과, 총 130명의 환자 중에 22명에서 눈 증상을 호소하였고, 그 중 충혈을 보인 환자가 일곱 명으로 가장 많았다[16]. 눈 증상이 있는 COVID-19 환자들은 눈 증상이 없는 환자들에 비해 상기도 증상이 있는 경우가 유의하게 많았고, 혈액 내 creatine phosphokinase 농도가 유의하게 낮았다. 또한 눈 증상 중에서도 눈 충혈이 있는 환자들에게서 상기도 증상이 유의하게 많이 관찰되었다[16].

안과 외래에서의 SARS-CoV-2 감염 위험 및 감염을 예방하기 위한 방법

안과에서는 대부분의 검사와 진료가 환자들과 매우 가까운 거리에서 이루어진다. 미국 질병통제예방센터는 환자와 2 m 거리 내에서 1-2분 이상 접촉하는 것을 밀접접촉으로 정의하고 있는데, 안과 의사들은 이보다 훨씬 가까운 거리에서 더 오랜 시간 환자를 마주하게 된다. 특히 질환에 대한 진단을 내리는데에 가장 중요한 세극등 현미경 검사는 의사와 환자의 얼굴이 매우 근접한 상태에서 시행된다. 환자와의 거리가 가까울수록, 그리고 접촉시간이 길어질수록 감염 위험이 높아질 수 있다는 것에서[17] 의사와 환자 모두 서로에게 위험이 될 수 있는 환경이다. 이뿐만 아니라, 진료 시 환자의 눈물이나 눈에서의 분비물이 안과 의사의 손에 직접 닿는 경우가 흔히 있기 때문에 이런 과정 역시 서로 접촉감염의 위험을 높이는 원인이 된다. 따라서 의사는 한 환자를

진료한 후에는 반드시 손을 소독한 후 다음 환자를 진료해야 한다. 손씻기가 COVID-19의 전파를 예방하는 효과가 있는 것은 이미 잘 알려져 있다[18]. 또한 시력이 안나오거나 움직임이 불편한 환자, 어린 아이와 동행한 환자와 같이 불가피한 상황일 때를 제외하고는 가능한 진료실 내에는 환자 혼자 들어오도록 하며, 진료시간 동안 환자와 의사 모두 마스크를 지속적으로 착용하고 있어야 한다. 마스크는 에어로졸 크기의 입자까지 차단할 수 있는 KF (Korea filter) 94 레벨 이상의 마스크가 권유된다[19]. 에어로졸이 발생하는 검사나 처치를 하는 경우가 아니라면, 수술용 마스크도 좋은 대안이 될 수 있다[17]. 최근 세극등 현미경의 제조회사에서 또는 의료진이 자체 제작으로 만든 투명 아크릴 가림막을 세극등 현미경에 장착하는 병원이 많아졌다. 이는 안과 의사와 환자 사이의 소통을 방해하지 않으면서도, 의사와 환자 사이에 물리적인 장벽을 제공하는 또 하나의 좋은 도구가 될 것으로 생각된다.

또한 안과에서 모든 환자에게 기본적으로 시행하는 검사 중 하나인 안압측정 역시 감염의 위험을 높일 수 있다는 것이 보고되었다. 다양한 안압측정방법 중 현재 가장 표준이 되는 검사방법인 골드만 압평안압계는 안압측정을 위해 안압계의 팁이 각막 표면에 직접 접촉하기 때문에 다양한 바이러스가 전파되는 경로가 될 수 있음이 이미 잘 알려져 있다[20,21]. 따라서 검사 후에는 다음 환자를 검사하기 전, 알코올이나 과산화수소와 같은 소독효과가 있는 용액에 적신 거즈로 닦아 주어야 한다[22]. 유행성 각결막염의 가장 흔한 원인인 아데노바이러스 8의 경우, 안압계의 팁을 수돗물에 씻어 주는 것만으로도 바이러스의 역가를 72.0-99.9% 감소시켰다는 보고가 있었다[22]. 그러나 안전을 위해서는 바이러스에 의한 전염병이 유행하는 시기에는 골드만 압평안압계의 사용을 피하고, 감염 위험이 적은 대체 안압계들을 사용할 것이 권유된다. 대체 안압계의 한 종류인 리바운드 안압계는 각막에 닿는 부분이 일회용 탐침으로 되어 있고, 또 다른 안압계인 토노펜은 일회용 라텍스 덮개를 사용하므로 바이러스의 전파를 막을 수 있을 것이다. 최근 개인 안과 및 상급병원에서 일차적으로 많이 사용하는 자동 비접촉 안압계는 공기를 분사해서 압력을 측정하는 기계로, 마취 안약을

점안할 필요가 없고 각막에 직접 접촉하지 않아 감염의 위험이 적다고 생각될 수 있다. 그러나 이전의 연구에서, 안압계를 작동시킬 때 분사되는 공기로 인해 생성되는 에어로졸 내에 미생물의 함량, 공기 분사 전과 비교하여 유의하게 증가한다는 것을 확인하였다[23]. 또한 75% 알코올 스프레이로 안압계 주변 공기 및 안압계의 노즐을 소독한 뒤 공기를 분사시키면, 에어로졸 내 미생물의 함량이 소독 전에 비해 유의하게 감소하였다[23]. 따라서 자동 비접촉 안압계 사용시 검사자는 방수 가운과 고글을 착용하고[24], 노즐과 주변 공기를 자주 소독해야 하며, 가능한 대체 안압계를 사용해 안압을 측정해야 할 것이다.

환자의 망막에 이상이 있는지를 확인하기 위해, 혹은 이전에 있던 병변의 경과를 관찰하기 위해 안저검사를 시행해야 할 때에도, 최근에는 잘 사용하지 않지만 환자와의 거리가 매우 가까운 상태에서 이루어지는 직상검안경 검사보다는 도상검안경 검사 또는 세극등 안저검사를 시행하는 것이 더 안전할 것이다.

안과는 항상 환자들이 몹시 붐비는 과 중에 하나이다. 진단에 필요한 검사들의 대부분이 안과 자체 내에서 시행되어야 한다는 것이 그 이유 중에 하나일 것이다. 게다가 수련 병원의 안과에서는, 검사와 처치 그리고 진료에 보조인력이 꼭 필요한 과의 업무특성 상 한 과의 인턴, 레지던트 및 교수가 외래의 작은 공간 안에 모두 함께 있는 경우가 빈번하다. 따라서 안과 외래는 항상 인구밀도가 높게 유지되는 공간이다. 만약에 의료진 중 한 명이라도 혹은 안과에 내원한 환자 중 한 명이라도 COVID-19 확진자가 발생한다면, 안과 내 대부분의 인력이 동시에 격리되어야 하며, 그 기간 동안 안과 자체가 폐쇄되고, 과의 모든 업무와 기능이 완전히 마비될 것으로 예상된다. 따라서 전염병의 유행시기에는 중증도가 낮거나 응급이 아닌 환자의 진료와 수술 건수를 줄여, 인력을 보다 여유가 있게 배치하고, 동선이 겹치지 않도록 조정하는 것 또한 의료진의 노출 위험을 줄이고 위험을 분산시키는 중요한 요소일 것이다. 이를 위해서는 주요한 전염병의 유행시기에는, 병원뿐만 아니라 지역사회, 더 나아가 국가 차원에서의 깊은 이해와 긴밀한 협조, 그리고 지원이 바탕 되어야 한다.

결론

COVID-19는 감염된 사람이 증상이 없는 상태에서 다른 사람에게 전염시킬 수 있다는 것이 다른 감염질환과는 다른 특징이다. 특히 위에 기술한 사례들처럼, 호흡기 증상이나 전신 증상 없이 경미한 결막염의 증상만이 발생한다면, 환자는 물론이고 진료하는 의사 역시 이를 간과하기 쉽다. 지금과 같이 COVID-19가 전 세계적으로 대유행하는 시기에, 충혈, 눈곱 그리고 여포비대 등 바이러스 감염성 결막염의 증상을 나타내는 환자들 중 SARS-CoV-2 감염에 의한 결막염 환자가 존재할 가능성을 완전히 배제할 수 없다. COVID-19의 유행시기 동안에는, 안과 의사를 포함한 안과 내의 의료인들 및 안과에 방문하는 환자들 또한 SARS-CoV-2의 감염위험에 노출되어 있다는 것을 인지하는 것이 매우 중요할 것으로 생각된다. 따라서 안과에 방문하는 모든 사람들이 안과 진료와 검사 시 주의해야 할 사항들을 숙지하고 표준화된 예방법을 지켜야 할 것이다.

COVID-19에 대해서는 아직도 많은 연구가 필요하다. SARS-CoV와의 유사성을 고려하면, 일단은 SARS 대유행 당시 안과 의료진들에게 권장된 프로토콜을[24] 현재의 상황에도 적용해 볼 수 있을 것이다. 일반적인 환자를 대할 때에는 일회용 캡과 장갑, 방수가운과 N95 또는 수술용 마스크를 착용하고, 환자와 직접 접촉해야 하는 때에는 고글을 추가로 착용한다. COVID-19 감염이 의심되거나 확진된 환자를 대할 때에는, 일반 환자를 진료할 때의 보호장비를 모두 착용하고, 페이스 실드까지 기본으로 착용해야 한다. 그리고 위험이 큰 처치나 검사를 할 때에는 페이스 실드에 고글까지 추가로 착용해야 한다. COVID-19가 발생한 뒤 1년의 시간이 지나는 동안, 안과 종사자뿐만 아니라 많은 보건의료 종사자들에서 마스크를 비롯한 개인보호장비 착용의 중요성에 대한 인식이 상당히 개선되었다. 그럼에도 불구하고 눈을 보호하기 위한 페이스실드나 고글의 착용에는 아직 다소 소홀한 경향이 있다. 세계보건기구에서도 COVID-19가 의심되거나 확진된 환자들과 직접 접촉하는 보건의료 종사자는 페이스실드 또는 고글 등 눈을 보호하기 위한 기구를 착용할 것을 권고하고 있다[25].

안과 영역에서 COVID-19의 전파경로, 감염 가능성, 역학 등에 대한 연구가 아직은 다소 부족한 것이 사실이다. 그러나 지금까지 발표된 증례나 연구결과에 의하면 결막을 통한 감염의 증거들이 점차 축적되고 있어, 보다 체계적인 연구들이 계속해서 추가되면 COVID-19 유행 하에 결막염 증상이 발생한 환자들과 그런 환자를 진료하는 안과 의료인에게 더 명확하고 자세한 가이드라인을 제시할 수 있을 것이다. 나아가 일반적인 방역수칙에도 적용하여 COVID-19로부터 더 많은 환자와 의료인을 보호할 수 있으리라 기대한다.

찾아보기말: 코로나19; 사스코로나바이러스2; 눈감염; 결막염; 눈물

ORCID

Jaeyoung Kim, <https://orcid.org/0000-0003-1086-6062>

Conflict of Interest

No potential conflict of interest relevant to this article was reported.

References

- Huang C, Wang Y, Li X, Ren L, Zhao J, Hu Y, Zhang L, Fan G, Xu J, Gu X, Cheng Z, Yu T, Xia J, Wei Y, Wu W, Xie X, Yin W, Li H, Liu M, Xiao Y, Gao H, Guo L, Xie J, Wang G, Jiang R, Gao Z, Jin Q, Wang J, Cao B. Clinical features of patients infected with 2019 novel coronavirus in Wuhan, China. *Lancet* 2020;395:497-506.
- Loon SC, Teoh SC, Oon LL, Se-Thoe SY, Ling AE, Leo YS, Leong HN. The severe acute respiratory syndrome coronavirus in tears. *Br J Ophthalmol* 2004;88:861-863.
- Chan JF, Kok KH, Zhu Z, Chu H, To KK, Yuan S, Yuen KY. Genomic characterization of the 2019 novel human-pathogenic coronavirus isolated from a patient with atypical pneumonia after visiting Wuhan. *Emerg Microbes Infect* 2020;9:221-236.
- Lu CW, Liu XF, Jia ZF. 2019-nCoV transmission through the ocular surface must not be ignored. *Lancet* 2020;395:e39.
- Wan Y, Shang J, Graham R, Baric RS, Li F. Receptor recognition by the novel coronavirus from Wuhan: an analysis based on decade-long structural studies of SARS coronavirus. *J Virol* 2020;94:e00127-20.

6. Sungnak W, Huang N, Becavin C, Berg M, Queen R, Litvinukova M, Talavera-Lopez C, Maatz H, Reichart D, Sampaziotis F, Worlock KB, Yoshida M, Barnes JL; HCA Lung Biological Network. SARS-CoV-2 entry factors are highly expressed in nasal epithelial cells together with innate immune genes. *Nat Med* 2020;26:681-687.
7. Lukassen S, Chua RL, Trefzer T, Kahn NC, Schneider MA, Muley T, Winter H, Meister M, Veith C, Boots AW, Hennig BP, Kreuter M, Conrad C, Eils R. SARS-CoV-2 receptor ACE2 and TMPRSS2 are primarily expressed in bronchial transient secretory cells. *EMBO J* 2020;39:e105114.
8. Hoffmann M, Kleine-Weber H, Schroeder S, Kruger N, Herrler T, Erichsen S, Schiergens TS, Herrler G, Wu NH, Nitsche A, Müller MA, Drosten C, Pohlmann S. SARS-CoV-2 cell entry depends on ACE2 and TMPRSS2 and is blocked by a clinically proven protease inhibitor. *Cell* 2020;181:271-280.e8.
9. Zhou L, Xu Z, Castiglione GM, Soiberman US, Eberhart CG, Duh EJ. ACE2 and TMPRSS2 are expressed on the human ocular surface, suggesting susceptibility to SARS-CoV-2 infection. *Ocul Surf* 2020;18:537-544.
10. Deng W, Bao L, Gao H, Xiang Z, Qu Y, Song Z, Gong S, Liu J, Liu J, Yu P, Qi F, Xu Y, Li F, Xiao C, Lv Q, Xue J, Wei Q, Liu M, Wang G, Wang S, Yu H, Chen T, Liu X, Zhao W, Han Y, Qin C. Ocular conjunctival inoculation of SARS-CoV-2 can cause mild COVID-19 in rhesus macaques. *Nat Commun* 2020;11:4400.
11. Wu P, Liang L, Chen C, Nie S. A child confirmed COVID-19 with only symptoms of conjunctivitis and eyelid dermatitis. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol* 2020;258:1565-1566.
12. Xia J, Tong J, Liu M, Shen Y, Guo D. Evaluation of coronavirus in tears and conjunctival secretions of patients with SARS-CoV-2 infection. *J Med Virol* 2020;92:589-594.
13. Wu P, Duan F, Luo C, Liu Q, Qu X, Liang L, Wu K. Characteristics of ocular findings of patients with coronavirus disease 2019 (COVID-19) in Hubei province, China. *JAMA Ophthalmol* 2020;138:575-578.
14. Karimi S, Arabi A, Shahraki T, Safi S. Detection of severe acute respiratory syndrome Coronavirus-2 in the tears of patients with coronavirus disease 2019. *Eye (Lond)* 2020;34:1220-1223.
15. Kaya H, Caliskan A, Okul M, Sari T, Akbudak İH. Detection of SARS-CoV-2 in the tears and conjunctival secretions of Coronavirus disease 2019 patients. *J Infect Dev Ctries* 2020;14:977-981.
16. Lee YH, Kim YC, Shin JP. Characteristics of ocular manifestations of patients with Coronavirus disease 2019 in Daegu province, Korea. *J Korean Med Sci* 2020;35:e322.
17. Wan KH, Huang SS, Young AL, Lam DSC. Precautionary measures needed for ophthalmologists during pandemic of the coronavirus disease 2019 (COVID-19). *Acta Ophthalmol* 2020;98:221-222.
18. Doung-Ngern P, Suphanchaimat R, Panjangampatthana A, Janekrongtham C, Ruampoom D, Daochaeng N, Eungkanit N, Pisitpayat N, Srisong N, Yasopa O, Plernprom P, Promduangsi P, Kumphon P, Suangtho P, Watakulsin P, Chaiya S, Kripattanapong S, Chantian T, Bloss E, Namwat C, Limmathurotsakul D. Case-control study of use of personal protective measures and risk for SARS-CoV 2 infection, Thailand. *Emerg Infect Dis* 2020;26:2607-2616.
19. Jeong A, Sagong M. Changes in the clinical practice of ophthalmology during the coronavirus disease 2019 (COVID-19) outbreak: an experience from Daegu, Korea. *Infect Chemother* 2020;52:226-230.
20. Nagington J, Sutehall GM, Whipp P. Tonometer disinfection and viruses. *Br J Ophthalmol* 1983;67:674-676.
21. Pepose JS, Linette G, Lee SF, MacRae S. Disinfection of Goldmann tonometers against human immunodeficiency virus type 1. *Arch Ophthalmol* 1989;107:983-985.
22. Threlkeld AB, Froggatt JW 3rd, Schein OD, Forman MS. Efficacy of a disinfectant wipe method for the removal of adenovirus 8 from tonometer tips. *Ophthalmology* 1993;100:1841-1845.
23. Guo H, Li W, Huang Y, Li X, Li Z, Zhou H, Sun E, Li L, Li J. Increased microbial loading in aerosols produced by non-contact air-puff tonometer and relative suggestions for the prevention of coronavirus disease 2019 (COVID-19). *PLoS One* 2020;15:e0240421.
24. Chan WM, Liu DT, Chan PK, Chong KK, Yuen KS, Chiu TY, Tam BS, Ng JS, Lam DS. Precautions in ophthalmic practice in a hospital with a major acute SARS outbreak: an experience from Hong Kong. *Eye (Lond)* 2006;20:283-289.
25. Watts E, Leck A, Hu V. Personal protective equipment for COVID-19 in eye care. *Community Eye Health* 2020;33:28-33.

Peer Reviewers' Commentary

세계적으로 대유행 중인 COVID-19는 일반적으로 코나 기관지로 감염되는 것으로 인식되어 있다. 이 논문에서는 눈의 결막을 통한 COVID-19의 감염 가능성과 환자에서 보이는 눈 증상에 대해 최신 문헌을 정리하였고, 안과 진료 시 노출될 수 있는 감염 위험에 대한 대처 방안을 제시해 주고 있다. 지금까지 발표된 증례나 연구 결과를 잘 설명하고 있으며, 안과 외래에서 세극 등 현미경, 안압, 망막 등의 검사와 진료 시 고려할 점을 체계적으로 기술해 주고 있다. 대부분의 검사와 진료가 환자와 매우 근접한 거리에서 이루어지는 안과에서 COVID-19 대유행이 장기화하는 시기에 의료인과 환자의 안전과 전염병 확산 예방에 좋은 지침을 제공할 것으로 판단된다.

[정리: 편집위원회]