

**HYJEK, Michał, PIERZCHAŁA, Jakub Rafał, BEDNARZ, Katarzyna, BANAS, Patryk, SOBAŃSKA, Natalia, BANASIAK, Aleksandra Paulina, TEICHMAN, Rafał, KASPROWICZ, Jakub, ABRAM, Kamila & ADAMUS, Justyna. Ophthalmic manifestations of Covid-19 and Mpox - potentially dangerous complications, and underdiagnosis by researchers and clinicians. Quality in Sport. 2023;9(1):46-52. eISSN 2450-3118. DOI <https://dx.doi.org/10.12775/QS.2023.09.01.006> <https://apcz.umk.pl/QS/article/view/41917>**

The journal has had 20 points in Ministry of Education and Science of Poland parametric evaluation. Annex to the announcement of the Minister of Education and Science of December 21, 2021. No. 32582. Has a Journal's Unique Identifier: 201398. Scientific disciplines assigned: Economics and finance (Field of social sciences); Management and Quality Sciences (Field of social sciences). Punkty Ministerialne z 2019 - aktualny rok 20 punktów. Załącznik do komunikatu Ministra Edukacji i Nauki z dnia 21 grudnia 2021 r. Lp. 32582. Posiada Unikatowy Identyfikator Czasopisma: 201398. Przypisane dyscypliny naukowe: Ekonomia i finanse (Dziedzina nauk społecznych); Nauki o zarządzaniu i jakości (Dziedzina nauk społecznych).

© The Authors 2023;

This article is published with open access at Licensee Open Journal Systems of Nicolaus Copernicus University in Torun, Poland

Open Access. This article is distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Noncommercial License which permits any noncommercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author (s) and source are credited. This is an open access article licensed under the terms of the Creative Commons Attribution Non commercial license Share alike. (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>) which permits unrestricted, non commercial use, distribution and reproduction in any medium, provided the work is properly cited.

The authors declare that there is no conflict of interests regarding the publication of this paper.

Received: 05.01.2023. Revised: 15.01.2023. Accepted: 20.01.2023.

## **Ophthalmic manifestations of Covid-19 and Mpox - potentially dangerous complications, and underdiagnosis by researchers and clinicians**

### **Okulistyczne manifestacje Covid-19 oraz Mpox - potencjalnie niebezpieczne powikłania, a niedostateczna diagnostyka przez naukowców i lekarzy**

Michał Hyjek, Samodzielny Publiczny Szpital Kliniczny nr 1 w Lublinie  
<https://orcid.org/0000-0002-6020-0165> | [m.hyjek17@gmail.com](mailto:m.hyjek17@gmail.com)

Jakub Rafał Pierzchała, Samodzielny Publiczny Szpital Kliniczny Nr 4 w Lublinie  
<https://orcid.org/0000-0002-8833-8086> | [pierzchalakuba@gmail.com](mailto:pierzchalakuba@gmail.com)

Katarzyna Bednarz, Wojewódzki Szpital Specjalistyczny Nr 1 imienia Fryderyka Chopina w Rzeszowie  
<https://orcid.org/0000-0001-9577-7039> | [bedn.katarzyna@gmail.com](mailto:bedn.katarzyna@gmail.com)

Patryk Banaś, Szpital Zakonu Bonifratrów pw. Aniołów Stróżów w Katowicach  
<https://orcid.org/0000-0002-6531-6941> | [pa1tryk@gmail.com](mailto:pa1tryk@gmail.com)

Natalia Sobańska, Wojewódzki Szpital Specjalistyczny Nr 1 imienia Fryderyka Chopina w Rzeszowie  
<https://orcid.org/0000-0001-6384-7514> | [n.sobanska1995@gmail.com](mailto:n.sobanska1995@gmail.com)

Aleksandra Paulina Banasiak, 1 Wojskowy Szpital Kliniczny z Polikliniką SPZOZ w Lublinie  
<https://orcid.org/0000-0001-7293-1451> | [olaabanasiak@gmail.com](mailto:olaabanasiak@gmail.com)

Rafał Teichman, Wojewódzki Szpital Specjalistyczny Nr 1 imienia Fryderyka Chopina w Rzeszowie  
<https://orcid.org/0000-0001-7853-4879> | [rafalteichman@gmail.com](mailto:rafalteichman@gmail.com)

Jakub Kasprowicz, Samodzielny Publiczny Szpital Kliniczny Nr 4 w Lublinie  
<https://orcid.org/0000-0002-0425-1670> | [kasprowicz1996@gmail.com](mailto:kasprowicz1996@gmail.com)

Kamila Abram, SP ZOZ MSWiA w Katowicach im. Sierżanta Grzegorza Załogi w Katowicach  
<https://orcid.org/0000-0003-1093-706X> | [abram.kamila@gmail.com](mailto:abram.kamila@gmail.com)

Justyna Adamus, Zespół Szpitali Miejskich w Chorzowie  
<https://orcid.org/0000-0002-3957-5149> | [justyna.adamus@onet.eu](mailto:justyna.adamus@onet.eu)

## Abstract

**Introduction:** The Covid-19 pandemic and the increase in monkeypox (Mpox) infections that have been with us for the past two years have forced scientists and doctors to intensify their efforts to understand them. They mainly affect the respiratory, circulatory and immune systems and cause skin lesions. They can lead to death from lung disease, so complications such as ophthalmic ones are not often described in scientific studies, but doctors report that Covid-19 and Mpox patients not infrequently show symptoms such as inflammation, conjunctival congestion, corneal ulceration, swelling of the eye area and others.

**Aim of the study:** The aim of this study was to review scientific articles with a view to presenting the problem of ocular complications following SARS-CoV-2 infection and ways to prevent them.

**Methods and materials:** a literature review was conducted using the PubMed database, using the keywords: "ocular complications", "ophthalmic complications" "ocular manifestations", "eye complications", "monkeypox", "Mpox", "Covid-19" "SARS-CoV-2".

**Results:** PCR studies from conjunctival swabs have confirmed the presence of SARS-COV-2 and MPXV genetic materials in ocular secretions, so they are a reservoir of viruses and pose a risk of further transmission. In the case of Covid-19, the eye can act as a host for infection. Humidification and preventive antibiotic therapy have been shown to prevent bacterial superinfection and avoid serious ocular complications, including loss of vision.

**Conclusions:** Patients with Covid-19 and Mpox should be diagnosed ophthalmologically, as neglect can lead to deterioration and even loss of vision, reducing their quality of life. Eye care treatments and pharmacotherapy prevent future complications. It is also important to use personal protective equipment, take care of hygiene and disinfect equipment used for ophthalmic examinations to prevent the spread of infections to other patients as well as to medical staff.

**Keywords:** "ocular complications", "ophthalmic complications" "ocular manifestations", "eye complications", "monkeypox", "Mpox", "Covid-19" "SARS-CoV-2"

## Abstrakt

**Wstęp:** Pandemia Covid-19 oraz wzrost zakażeń małpiej ospy (Mpox), które towarzyszą nam od 2 lat, zmusiły naukowców i lekarzy do intensyfikacji działań w celu ich poznania. Dotykają one głównie układ oddechowy, krążenia, odpornościowy oraz powodują zmiany skórne. Mogą doprowadzić do śmierci z powodu chorób płuc, dlatego powikłania, takie jak okulistyczne, nie są często opisywane w badaniach naukowych, jednak lekarze informują, że chorzy na Covid-19 oraz Mpox nierzadko wykazują objawy, takie jak: zapalenie, przekrwienie spojówek, owrzodzenie rogówki, obrzęk okolicy oczu i inne.

**Cel badania:** Celem pracy było dokonanie przeglądu artykułów naukowych pod kątem przedstawienia problemu, jakim są powikłania oczne po zakażeniu SARS-CoV-2 oraz sposoby na ich zapobieganie.

**Metody i materiały:** Przeprowadzono przegląd piśmiennictwa, korzystając z bazy PubMed, używając słów kluczowych: "ocular complications", "ophthalmic complications" "ocular manifestations", "eye complications", "monkeypox", "Mpox", "Covid-19" "SARS-CoV-2"

**Wyniki:** W badaniach PCR z wymazu z worka spojówkowego potwierdzono obecność materiałów genetycznych SARS-COV-2 i MPXV w wydzielinach oka, zatem są one rezerwuarem wirusów i stanowią ryzyko dalszej transmisji. W przypadku Covid-19 oko może stanowić wrota infekcji. Wykazano, że nawilżanie i prewencyjna antybiotykoterapia zapobiega nadkażeniu bakteryjnemu i pozwala uniknąć poważnych powikłań okulistycznych, z utratą wzroku włącznie.

**Wnioski:** Pacjenci z Covid-19 oraz Mpox powinni być diagnozowani okulistycznie, ponieważ zaniedbania mogą prowadzić do pogorszenia, a nawet do utraty wzroku, co obniża ich jakość życia. Zabiegi pielęgnacyjne i farmakoterapia zapobiegają komplikacjom w przyszłości. Istotne jest też stosowanie środków ochrony indywidualnej, dbania o higienę i dezynfekcji urządzeń służących do badań okulistycznych w celu zapobiegania rozprzestrzeniania się zakażeń na innych pacjentów, a także na personel medyczny.

**Słowa kluczowe:** “ocular complications”, “ophthalmic complications” “ocular manifestations”, “eye complications”, “monkeypox”, “Mpox”, “Covid-19” “SARS-CoV-2”

## I. Wprowadzenie

Jednym z głównych problemów szybkiego rozprzestrzeniania się epidemii i pandemii wirusowych jest zmuszenie pracowników Ochrony Zdrowia do szybkiej reakcji i priorytetowego traktowania krytycznych dla zdrowia i życia objawów ogólnoustrojowych. Takie podejście często sprawia, że zaburzenia w obrębie narządu wzroku schodzą na drugi plan i pacjenci nie otrzymują odpowiedniej opieki. Pomimo, że oczy nie są organem niezbędnym do życia, mogą istotnie obniżyć komfort życia, dlatego tak ważne jest uwzględnienie tego aspektu w postępowaniu klinicznym. W ostatnich latach najgłośniejszym echem odbiły się epidemie Covid-19 i Mpox, które mogą być niebezpieczne dla życia, ale również są w stanie wywołać różne powikłania okulistyczne.

31 grudnia 2019 roku Światowa Organizacja Zdrowia (WHO) została powiadomiona o skupisku 41 przypadków niewyjaśnionego zapalenia płuc, które miało miejsce w Wuhan, w prowincji Hubei, w Chinach. 7 stycznia 2020 r. chińskie Centrum Kontroli i Prewencji Chorób (CDC) wyizolowało poprzez wymazy z gardła patogen wywołujący tę chorobę i oznaczyło jako nowy typ koronawirusa, nazwany później wirusem ciężkiego ostrego zespołu oddechowego Coronavirus 2 (SARS-CoV-2) [1]. Choroba związana z SARS-CoV-2 została nazwana chorobą koronawirusową 2019 (COVID-19) i nadal rozprzestrzeniała się w Chinach i stopniowo na całym świecie [2].

W ostatnim czasie nastąpił wybuch kolejnej epidemii, który bez wątpienia będzie stanowić nowe wyzwanie dla środowiska medycznego. Małpia ospa (ang. Monkeypox - MPX) jest jednym z powszechnie występujących zakażeń między ludźmi i zwierzętami, które wywołuje wirus należący do rodzaju Orthopoxvirus [3].

Światowa Organizacja Zdrowia (WHO) ogłosiła “małpią ospę” jako stan zagrożenia zdrowia publicznego o zasięgu międzynarodowym (ang. public health emergency of international concern - PHEIC) w dniu 23 lipca 2022 roku, co stanowi najwyższy poziom alertu [4].

Przy okazji znacznego wzrostu popularności tej choroby nie można pominąć faktu, że w mediach społecznościowych i innych forach pojawiały się komentarze kojarzące nazwę choroby ("choroba małp") z mieszkańcami Afryki. Zaobserwowano również stygmatyzujące komentarze określające małpią ospę jako "chorobę gejów", ponieważ geje, osoby biseksualne lub mężczyźni uprawiający seks z mężczyznami (GBMSM - “gay, bisexual and other men-who-have-sex-with-men”), zwłaszcza ci, którzy mają wielu nieznaną partnerów seksualnych, są najbardziej dotkniętą grupą chorych ludzi na całym świecie. z tego względu podjęto decyzję o zmianie nazwy choroby wywoływanej przez MPXV na Mpox i z tego powodu taka nomenklatura będzie używana w niniejszej pracy [5].

## II. Cel pracy

Celem pracy jest przedstawienie skali i powagi problemu, jakim są powikłania oczne w przebiegu zakażenia SARS-CoV-2 i MPXV oraz jak uchronić przed nimi pacjenta. Zawarte w niej dane mają rzucić szersze światło na te jednostki chorobowe i być w przyszłości pomocnym źródłem informacji dla innych lekarzy opiekujących się chorymi.

## III. Metody i materiały

Przeprowadzono przegląd piśmiennictwa, korzystając z bazy PubMed, używając słów kluczowych: “ocular complications”, “ophthalmic complications” “ocular manifestations”, “eye complications”, “monkeypox”, “Mpox”, “Covid-19” “SARS-CoV-2”

## IV. Wyniki

### a. Covid-19 (SARS-CoV-2)

Od momentu wybuchu pandemii COVID-19 Ochrona Zdrowia na całym świecie stanęła przed nowymi wyzwaniami. Wysoka zaraźliwość wirusa SARS-CoV-2, niebezpieczny przebieg u pacjentów z współistniejącymi obciążeniami zdrowotnymi wymusiła szereg zmian w postępowaniu z chorymi. COVID-19 jest to ostra choroba zakaźna układu oddechowego, charakteryzująca się szeregiem różnych objawów. Najczęstsze z nich dotyczą układu oddechowego i układu pokarmowego [6], jednak najnowsze badania wskazują na możliwość występowania powikłań okulistycznych [7,8].

Transmisja wirusa SARS-CoV-2 zazwyczaj przebiega drogą powietrzną, rozprzestrzeniając się głównie z człowieka na człowieka poprzez większe kropelki z dróg oddechowych, zwykle o średnicy powyżej 5 µm, które mogą być bezpośrednio wdychane przez innych ludzi lub trafiać na powierzchnie, z którymi mogą oni mieć kontakt. Cząstki wirusów mogą być wchłaniane przez błonę śluzową układu oddechowego i potencjalnie przez spojówki [9]. Prawdopodobny mechanizm zakażenia drogą oczną uwzględnia występujące na spojówce receptory ACE2 dla układu renina-angiotensyna obecnego w oku [10]. Receptory te mogą być punktem uchwytu dla cząsteczek wirusa i stanowić bezpośrednią drogę zakażenia.

Druga teoria mówi o tym, że do pośredniej transmisji może dojść, gdy cząstki wirusów we łzach są odprowadzane przez przewód nosowo-łzowy do górnych dróg oddechowych [11]. Drogą tą może zarówno dojść do zakażenia zdrowego pacjenta, po kontakcie z osobą zainfekowaną, ale wydzieliny oka mogą stanowić rezerwuuar wirusa oraz mogą stanowić potencjalne źródło zakażenia [12].

Dwa przeprowadzone badania wykazały obecność RNA wirusa SARS-CoV-2 na powierzchni oraz w wydzielinach oka. W pierwszym badaniu oceniono 30 zakażonych pacjentów i odnotowano obecność RNA tylko u jednego z nich; osoba ta była również jedynym pacjentem prezentującym objawy zapalenia spojówek [7]. W drugim badaniu brało udział 38 pacjentów z potwierdzonym zakażeniem SARS-CoV-2, w tym u 28 z nich uzyskano pozytywny wynik testu RT-PCR z wymazów z jamy nosowo-gardłowej, natomiast u 2 badanych również z wymazów spojówkowych. U dwunastu pacjentów (31,6%) stwierdzono objawy oczne takie jak: zapalenie spojówek, w tym przekrwienie, obrzęk spojówek, łzawienie lub zwiększoną ilość wydzieliny. U jednego z nich zapalenie spojówek było pierwszym objawem COVID-19 [8]. Dodatkowo jedno z badań dokładnie opisuje przebieg choroby wraz z powikłaniami ocznymi u pacjenta z potwierdzonym w RT-PCR zakażeniem wirusem SARS-CoV-2. Po 13 dniach od pierwszych objawów, jakimi były ból gardła i biegunka, pacjent zgłosił uczucie obecności ciała obcego, w zarówno prawym, jak i lewym oku. Objawom towarzyszyły również zaczerwienienie oczu i łzawienie; zaburzeń ostrości widzenia nie zaobserwowano. Badanie RT-PCR wykazało obecność wirusowego RNA wymazie spojówkowym w trzynastym dniu od zachorowania. Wyniki wymazów ze spojówki pozostawały pozytywne dla SARS-CoV-2 w 14 i 17 dniu od pierwszych objawów choroby. W 19 dniu badanie RT-PCR dało negatywny wynik dla obecności SARS-CoV-2 w spojówce i jamie nosowo-gardłowej [13].

### b. Mpox (dawniej Monkeypox - MPX)

Najczęstszymi objawami zachorowania są m.in: gorączka (54,29% przypadków), limfadenopatia pachwinowa (45,71%) oraz rumień (40,00%). Astenia, zmęczenie i ból głowy były opisywane odpowiednio u 22,86% i 25,71% badanych. W dalszej kolejności występowały bóle mięśniowe, zmiany w obrębie narządów płciowych i odbytu (owrzodzenia i pęcherzyki), a najrzadziej zgłaszanymi objawami były biegunka i limfadenopatia pachowa [14].

W przebiegu Mpox opisano również kilka, często występujących powikłań okulistycznych.

Do wczesnych manifestacji MPX w obrębie oka należą m.in zapalenie i obrzęk brzegów powiek, a także zapalenie i ogniskowe zmiany spojówki. Jako późne objawy tej choroby można traktować owrzodzenie i zapalenie rogówki, światłowstręt, a nawet utratę wzroku. Dodatkowo mogą występować charakterystyczne zmiany skórne okolicy oka mające zwykle najpierw postać plamistą, potem grudkową, następnie pęcherzykową i krostkową, które często obejmują skórę okołoozodołową i oczodołową; dotyczą one ok. 25% chorych [15]. W badaniu przeprowadzonym przez Jezek et al. okazało się, że zapalenie spojówek występuje częściej u osób zakażonych wirusem pochodzącym od zwierząt (20,3%), niż u pacjentów zakażonych od innych chorych (16,4%) [16]. Dodatkowo badania wykazały większą częstotliwość występowania objawów takich jak: mdłości, dreszcze, ból gardła, wrzody jamy ustnej, ogólne złe samopoczucie, limfadenopatie i światłowstręt wśród pacjentów z równoczesnym zapaleniem spojówek [17]. Jednym z najpoważniejszych następstw zakażenia Mpox może być zapalenie rogówki i bliznowacenie rogówki co może skutkować pogorszeniem lub utratą wzroku. Nadkażenie bakteryjne owrzodzeń rogówki może prowadzić do poważnych powikłań, takich jak perforacja rogówki, garbiak rogówki i zanik gałki ocznej, co prowadzi do nieodwracalnej ślepoty [18]. W jednym z wcześniejszych badań jednostronną lub obustronną ślepotę wraz z ograniczeniem widzenia stwierdzono u 10%

zakażeń pierwotnych i 5% zakażeń wtórnych [16]. Objawy oczne mogą również pomóc w przewidywaniu przebiegu choroby. Pacjenci z zapaleniem spojówek częściej prezentują poważne objawy zakażenia, wymagają intensywnej opieki i mogą wymagać hospitalizacji w porównaniu z chorymi u których objawy oczne nie wystąpiły [19].

W literaturze występują liczne opisy przypadków, z których jasno wynika współzależność zachorowania na Mpox i jej manifestacji w obrębie oka.

Badanie przeprowadzone przez Nogueira Filho PA et al. (2022) opisuje przypadek 30-letniego mężczyzny z uczuciem ciała obcego, światłowstrętu i świądu w prawym oku występującym od pierwszej doby hospitalizacji. Mężczyzna nie zgłaszał bólu ani pogorszenia ostrości widzenia. U pacjenta występowały objawy ogólnoustrojowe, takie jak złe samopoczucie, uogólnione bóle mięśniowe i niewielka gorączka, które poprzedziły wystąpienie objawów ocznych o 5 dni. Dodatkowo występował świąd całego ciała, szczególnie w okolicy pachwinowej, gdzie znaleziono co najmniej trzy zmiany skórne, z których pobrano wymazy i potwierdzono obecność MPXV w PCR. W badaniu okulistycznym nie stwierdzono zaburzeń ostrości widzenia zarówno w oku prawym jak i lewym. W oku prawym stwierdzono uogólnione przekrwienie i obrzęk, obfitą wodnistą wydzielinę na powierzchni oka, dyskretne pęcherzyki w środkowej i skroniowej części spojówki oraz trzy owrzodzenia na nabłonku naczyniowym spojówki, o płaskiej powierzchni, pokryte mleczno-białym materiałem włóknikowym. Rogówka nie została zajęta, podobnie jak przednie i tylne segmenty oka, w tym siatkówka. Oko lewe nie było zmienione chorobowo. Próbkę pobrane ze zmian w spojówce były również dodatnie dla MPXV w PCR. W leczeniu zastosowano jedynie leki objawowe o działaniu ogólnoustrojowym w przypadku epizodów gorączkowych oraz miejscowe stosowanie kropli do oczu bez konserwantów i tobramycynę w ramach profilaktyki miejscowej [20].

Kolejny opis przypadku, przeprowadzony przez Scandale P et al. (2022) dotyczy 35-letniego mieszkańca Włoch, który zgłosił się z jednostronnym bólem oka i światłowstrętem. Objawy pojawiły się 7 dni przed zgłoszeniem do lekarza. W badaniu okulistycznym przedniego odcinka oka ujawniono liczne (<10) brodawki z centralnym wgłębieniem występujące na spojówce oka, tak jak jest to widoczne na zamieszczonej poniżej rycinie (Ryc.1). Drugie oko nie wykazywało zmian chorobowych. U pacjenta występowały liczne zmiany skórne w obrębie jamy ustnej, narządów płciowych i odbytu o charakterze pęcherzykowo-krostkowym, uogólniona limfadenopatia i gorączka. W badaniu PCR wykryto obecność DNA MPXV tym samym potwierdzając zachorowanie na Mpox. Zastosowano leczenie przeciwwirusowe z użyciem dożylnego cydofowiru (5 mg/kg, dawka pojedyncza). Brodawki oczne ustąpiły w ciągu 3 dni i nie odnotowano nowych zmian skórnych [21].



Ryc.1. Objawy oczne w przebiegu zakażenia Mpox [21].

## V.Podsumowanie

Badania przedstawione w niniejszej pracy wykazały, że pomimo niewielkiej częstotliwości w porównaniu do typowych objawów, powikłania oczne zakażenia wirusem SARS-CoV-2 i MPXV są istotne w praktyce lekarzy okulistów. Mogą one jednocześnie wskazywać na źródło zgłaszanych przez pacjenta objawów, stanowić czynnik predykcyjny przebiegu choroby, a także być przyczyną trwałych zaburzeń wzroku.

Właściwa pielęgnacja i higiena, stosowanie leków przeciwwirusowych oraz nawilżających kropli ocznych, a w szczególnych wypadkach prewencyjna antybiotykoterapia okazały się skutecznie skracać czas występowania objawów oraz znacznie zredukować uciążliwe dolegliwości dla pacjenta.

Niewątpliwym pozostaje fakt, że oczy jak i ich wydzieliny mogą być rezerwuarem wirusów, stanowić wrota infekcji, a to powinno skłaniać do przestrzegania szczególnych zasad bezpieczeństwa przez osoby mające z nimi styczność. Środki ochrony indywidualnej, przestrzeganie zasad higieny i dezynfekcja urządzeń służących do badań okulistycznych powinny być zawsze stosowane w trakcie opieki nad chorymi, by zminimalizować ryzyko transmisji wirusa na innych pacjentów, a także na personel medyczny.

Nie mniej jednak z pewnością potrzeba więcej badań nad przebiegiem tych chorób w obrębie narządu wzroku, a także ich krótko i długoterminowych powikłań, w celu poszerzenia dalszych możliwości leczenia i profilaktyki. Nowe leki o działaniu przeciwwirusowym, a także szczepienia mogą dać szansę na nowe perspektywy w postępowaniu klinicznym.

**Disclosures:** No disclosures

**Financial support:** No financial support was received.

**Conflict of interest:** The authors declare no conflict of interest.

## Referencje:

1. Lu H, Stratton CW, Tang YW. Outbreak of pneumonia of unknown etiology in Wuhan, China: The mystery and the miracle. *J Med Virol.* 2020 Apr;92(4):401-402. doi: 10.1002/jmv.25678. Epub 2020 Feb 12. PMID: 31950516; PMCID: PMC7166628.
2. World Health Organization. Coronavirus disease 2019 (COVID-19) Situation Report – 122. 2020. [accessed 2020 May 30]. Available from: [https://www.who.int/docs/default-source/coronaviruse/situation-reports/20200521-covid-19-sitrep-122.pdf?sfvrsn=24f20e05\\_2:1-17](https://www.who.int/docs/default-source/coronaviruse/situation-reports/20200521-covid-19-sitrep-122.pdf?sfvrsn=24f20e05_2:1-17)
3. Hemati S, Mohammadi-Moghadam F. a systematic review on environmental perspectives of monkeypox virus. *Rev Environ Health.* 2023 Jan 2. doi: 10.1515/reveh-2022-0221. Epub ahead of print. PMID: 36593124.
4. Wei F, Peng Z, Jin Z, Wang J, Xu X, Zhang X, Xu J, Ren Z, Bai Y, Wang X, Lu B, Wang Z, Xu J, Huang S. Study and prediction of the 2022 global monkeypox epidemic. *J Biosaf Biosecur.* 2022 Dec;4(2):158-162. doi: 10.1016/j.jobbb.2022.12.001. Epub 2022 Dec 22. PMID: 36573222; PMCID: PMC9773788.
5. Damaso CR. Phasing out monkeypox: Mpox is the new name for an old disease. *Lancet Reg Health Am.* 2022 Dec 28;100424. doi: 10.1016/j.lana.2022.100424. Epub ahead of print. PMID: 36588985; PMCID: PMC9795326.
6. Rehman SU, Rehman SU, Yoo HH. COVID-19 challenges and its therapeutics. *Biomed Pharmacother.* 2021 Oct;142:112015. doi: 10.1016/j.biopha.2021.112015. Epub 2021 Aug 5. PMID: 34388532; PMCID: PMC8339548.
7. 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 Jun;92(6):589-594. doi: 10.1002/jmv.25725. Epub 2020 Mar 12. PMID: 32100876; PMCID: PMC7228294.
8. 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 May 1;138(5):575-578. doi: 10.1001/jamaophthalmol.2020.1291. PMID: 32232433; PMCID: PMC7110919.

9. Cook TM. Personal protective equipment during the coronavirus disease (COVID) 2019 pandemic - a narrative review. *Anaesthesia*. 2020 Jul;75(7):920-927. doi: 10.1111/anae.15071. Epub 2020 Apr 28. PMID: 32246849.
10. Ma D, Chen CB, Jhanji V, Xu C, Yuan XL, Liang JJ, Huang Y, Cen LP, Ng TK. Expression of SARS-CoV-2 receptor ACE2 and TMPRSS2 in human primary conjunctival and pterygium cell lines and in mouse cornea. *Eye (Lond)*. 2020 Jul;34(7):1212-1219. doi: 10.1038/s41433-020-0939-4. Epub 2020 May 7. PMID: 32382146; PMCID: PMC7205026.
11. Liu Z, Sun CB. Conjunctiva is not a preferred gateway of entry for SARS-CoV-2 to infect respiratory tract. *J Med Virol*. 2020 Sep;92(9):1410-1412. doi: 10.1002/jmv.25859. Epub 2020 Jun 3. PMID: 32275082; PMCID: PMC7262346.
12. Bressler NM. Ophthalmology and COVID-19. *JAMA*. 2020;324(12):1143-1144. doi:10.1001/jama.2020.17595
13. Chen L, Liu M, Zhang Z, Qiao K, Huang T, Chen M, Xin N, Huang Z, Liu L, Zhang G, Wang J. Ocular manifestations of a hospitalised patient with confirmed 2019 novel coronavirus disease. *Br J Ophthalmol*. 2020 Jun;104(6):748-751. doi: 10.1136/bjophthalmol-2020-316304. Epub 2020 Apr 7. PMID: 32265202; PMCID: PMC7211077.
14. Bragazzi NL, Kong JD, Mahroum N, Tsigalou C, Khamisy-Farah R, Converti M, Wu J. Epidemiological trends and clinical features of the ongoing monkeypox epidemic: a preliminary pooled data analysis and literature review. *J Med Virol*. 2022 Jun 12. doi: 10.1002/jmv.27931. Epub ahead of print. PMID: 35692117.
15. Abdelaal A, Serhan HA, Mahmoud MA, Rodriguez-Morales AJ, Sah R. Ophthalmic manifestations of monkeypox virus. *Eye (Lond)*. 2022 Jul 27. doi: 10.1038/s41433-022-02195-z. Epub ahead of print. PMID: 35896700.
16. Jezek Z, Grab B, Szczeniowski M, Paluku KM, Mutombo M. Clinico-epidemiological features of monkeypox patients with an animal or human source of infection. *Bull World Health Organ*. 1988;66(4):459-64. PMID: 2844428; PMCID: PMC2491168.
17. Hughes, C., et al. "Ocular complications associated with acute monkeypox virus infection, DRC." *International Journal of Infectious Diseases* 21 (2014): 276-277.
18. Parker S, Chen NG, Foster S, Hartzler H, Hembrador E, Hrubby D, Jordan R, Lanier R, Painter G, Painter W, Sagartz JE, Schriewer J, Mark Buller R. Evaluation of disease and viral biomarkers as triggers for therapeutic intervention in respiratory mousepox - an animal model of smallpox. *Antiviral Res*. 2012 Apr;94(1):44-53. doi: 10.1016/j.antiviral.2012.02.005. Epub 2012 Feb 18. PMID: 22381921; PMCID: PMC3722602.
19. Ci Ng FY, Yeh S, Smit D, Ng OT, Vasoo S, Land Curi AL, Agrawal R. Monkeypox and ocular implications in humans. *Ocul Surf*. 2022 Nov 6;27:13-15. doi: 10.1016/j.jtos.2022.10.005. Epub ahead of print. PMID: 36351509; PMCID: PMC9637310.
20. Nogueira Filho PA, Lazari CDS, Granato CFH, Shiroma MARDV, Santos ALD, Campos MSQ, Freitas D. Ocular manifestations of monkeypox: a case report. *Arq Bras Oftalmol*. 2022 Nov 4;85(6):632-635. doi: 10.5935/0004-2749.2022-0281. PMID: 36350927.
21. Scandale P, Raccagni AR, Nozza S. Unilateral Blepharoconjunctivitis due to Monkeypox Virus Infection. *Ophthalmology*. 2022 Nov;129(11):1274. doi: 10.1016/j.ophtha.2022.08.013. Epub 2022 Aug 28. PMID: 36041955; PMCID: PMC9534164.