

A **koronavírusok** a *Coronaviridae* család *Orthocoronavirinae* alcsaládjába tartozó fajok általános elnevezése. A koronavírusok a lipidburkos RNS-vírusok közé tartoznak. Széles körben elterjedtek az emberek, más emlősök és madarak között, légúti, enterális, máj- és neurológiai betegségeket okozva.

Nevüket elektronmikroszkópos képük alapján kapták, amelyen a burokba ágyazott fehérjetüskék a Nap koronájához hasonlóan kitüremkednek a felszínből (a latin *corona* és a görög *κορώνη* szavak jelentése: koszorú, virágfüzér, glória, korona). Ezt a kitüremkedő, tüskeszerű morfológiát a vírus felszínén glikoprotein fehérjék alkotják. Ezek a fehérjék igen változatosak, attól függően, hogy mely gazdaszervezetet fertőzi meg a vírus.

A koronavírusok többnyire madarakat és emlősöket fertőznek, a betegség lefolyása legtöbbször enyhe, de egyes fajok komoly humán- és állategészségügyi kockázatot is jelenthetnek. A humán koronavírusok közül hét faj ismert, amelyek közül négy enyhe tünetekkel járó enyhe lefolyású betegséget okoz, három viszont halálos kimenetelű is lehet.

A koronavírusok a Baltimore-féle osztályozás alapján a IV. csoportba tartoznak, genomjuk pozitív (vagyis mRNS-ként közvetlenül használható) egyszálú RNS ((+)ssRNA), lipidburokkal rendelkeznek, kapszidjuk helikális. Genomjuk mérete 24-30 ezer bázis között lehet, amivel a legnagyobb ismert RNS-vírusnak számítanak.

A virion gömb alakú, átmérője legalább 129,6 nm, de kétszer ekkora is lehet. Felszínét a jellegzetes, nagy tüskék borítják, amelyekkel gazdasejthez kapcsolódik és amelyeket az S-protein alkot. A lipidburokba ágyazódik az M és E-protein és egyes fajknál a hemagglutinin-észteráz (HE) aktivitású fehérje. Az egyszálú RNS-genom háromnegyedét az RNS másolását végző replikáz génje teszi ki, a maradék egynegyed a fehérjékre jut.

A felszíni S-protein külső része felelős a gazdasejten található receptorhoz kapcsolódásért, majd az S-protein lipidbe ágyazott része aktiválódik és elősegíti a vírus és a sejt membránjának összeolvadását. A citoplazmába jutva a koronavírus kapszidja felbomlik, genomja pedig közvetlenül a riboszómákhoz kapcsolódik és megkezdi a replikáz enzim termelését. A replikáz számtalan példányban lemásolja a vírus-RNS-t, majd a fertőzés kései szakaszában struktúrfehérjék készülnek és az endoplazmatikus retikulumban és a Golgi-komplexumban összeállnak az új vírusok.

A lipidburkot az alkohol és a klór képes megbontani, így az alkoholtartalmú és klórtartalmú fertőtlenítőszeres hatékonyak a koronavírusok ellen is. Az Egészségügyi Világszervezet által javasolt antiszeptikus oldatokban a etanol vagy izopropanol antimikrobiális hatását alacsony koncentrációjú hidrogén-peroxid fokozza, míg a harmadik komponens, a glicerin a bőr kiszáradását gátolja meg<sup>[15]</sup>.

A koronavírusok elsősorban az emlősök és madarak felső légútjainak és bélrendszerének sejtjeit támadják.

A csirkéket támadó fertőző bronchitis-vírus a légutakon kívül képes megfertőzni az urogenitális járatokat is és súlyos esetben a belső szervekre is áttérjed.

Koronavírusok okozhatják a háziállatok egyes betegségeit is, amelyek komoly gazdasági károkat okozhatnak. Ilyen a malacok elhullását okozó fertőző gasztroenteritisz-koronavírus vagy a marha-koronavírus amely a borjak hasmenésének kórokozója. A sertés járványos hasmenés-vírus jelentős malacpusztulást okozhat; 2014-ben az Egyesült Államokban az általa okozott járvány miatt 4,2%-kal csökkent a disznóhústermelés. A macska-koronavírus általában nem okoz komoly tüneteket, de van egy mutáns formája is, amelynél a fertőzés a gyakran végzetes kimenetelű fertőző hashártyagyulladás (peritonitisz) alakját is öltheti. Hasonlóképpen, a görényeket megbetegítő koronavírusról (*ferret systemic*

*coronavirus, FSC*) is két változata van, egyik enyhébb, másik komoly kimenetelű betegség kórokozója. A kutya-koronavírusnak is két változata van, egyik légúti, a másik bélpanaszokat okoz. Az egér hepatitisz-vírus (Murine coronavirus M-CoV, Mouse hepatitis virus, MHV) magas elhullással járó járványos megbetegedésekért felelős, elsősorban a laboratóriumi állatoknál.

Az embert hét ismert fajuk tudja megfertőzni.<sup>[20]</sup>

Négy különböző humán koronavírus folyamatosan jelen van az emberekben: HCoV-229E(**wd**), HCoV-OC43(**wd**), HCoV-NL63(**wd**), HCoV-HKU1(**wd**).

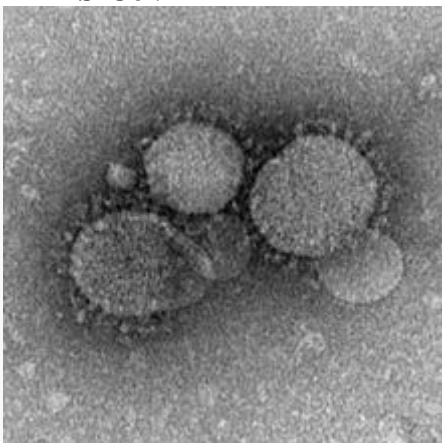
Ezek világszerte főleg gyermekeket és időseket fertőznek meg és okoznak megfázásos tüneteket, légzőszervi megbetegedéseket. A megfázásos tünetekkel járó megbetegedések jelentős hányadát a humán ortopneumovíruson(**wd**) (HRSV, human respiratory syncytial virus) és a humán metapneumovíruson(**wd**) (HMPV) kívül a koronavírusok okozzák. Ez a négy endemikus humán koronavírus általában télen felélénkül, nyáron pedig elcsendesül.

A további három „új koronavírus” (*novel coronaviruses*) ellen az embereknek nincs korábban szerzett immunitása. Ezek a vírusok hatékonyan képesek szaporodni a szervezetben, és képesek kikerülni az ember veleszületett immunvédelmét (pl. az I. típusú interferon mechanizmusát). Valószínűleg ezek patogenitása is az évszakokkal változik, azonban erről még nincs elegendő ismeret.

### **SARS-CoV**

A SARS-CoV koronavírus okozta a 2003 áprilisában kitört SARS-járványt (súlyos akut légzőszervi szindróma, angolul *severe acute respiratory syndrome*). A kínai Kuangtung tartományból kiinduló betegség légúti panaszokkal, súlyosabb esetben tüdőgyulladással járt. Képes a bélrendszer szöveteiben is szaporodni. A járvány során több mint 8 ezren betegedtek meg, a halálozási arányszám valamivel 10% alatt volt. A megbetegedéseket okozó humán koronavírus a természetben cibetmacskákban, nyestkutyákban és egyéb kisemlősökben (néha házi macskákban) előforduló állati koronavírusból fejlődött ki. (A vírus a *Betacoronavirus* nemzetség *Sarbecovirus* alnemzetségébe tartozik.)

### **MERS-CoV**



MERS-CoV közel-keleti légúti koronavírus

2012-ben fedezték fel az embert megbetegítő hatodik kórokozót, a Közel-keleti légúti koronavírus (*Middle East respiratory syndrome coronavirus, MERS-CoV*). A légúti és gasztrointesztinális panaszokkal járó betegség Szaud-Arábiában bukkant fel először, ahol 2014 júniusáig 282 ember halálát okozta. Azóta felbukkant a Közel-Kelet és Észak-Afrika több

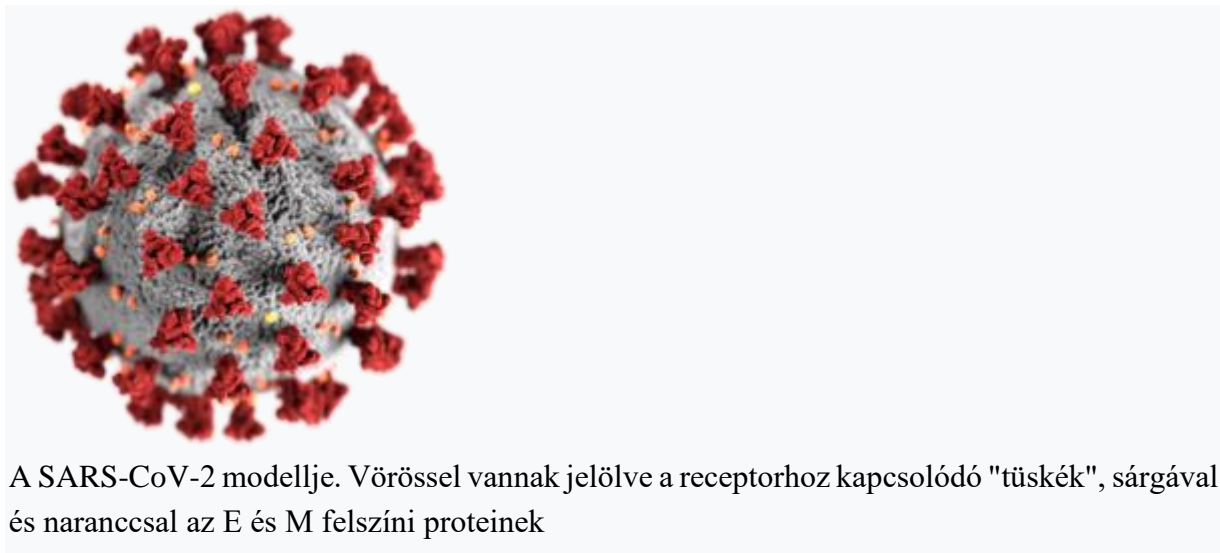
országában, valamint Európában és az Egyesült Államokban is. A zoonózisos betegséget okozó kórokozó koronavírus megtalálták denevérekben és tevékben is. (A vírus a *Betacoronavirus* nemzetség *Merbecovirus* alnemzetségébe tartozik.)

### SARS-CoV-2

2019 végén új koronavírus jelent meg (hivatalosan: SARS-CoV-2) a kínai Vuhanban, amely zoonózisos fertőző vírus: az eredetileg állatokat megfertőző vírus homológ rekombináció útján vált képessé, hogy az emberre is áttérjedjen. A vírus „elődje” a denevérből származik, de egyelőre nem ismert pontosan, hogy onnan közvetlenül jutott-e az emberbe.

A **SARS-CoV-2** (az angol *Severe acute respiratory syndrome coronavirus 2* rövidítése; magyarul *súlyos akut légzőszervi szindróma-koronavírus 2*) a *Coronaviridae* családba tartozó, embereket fertőző vírustörzs, amely a 2019-es koronavírus-betegség (COVID–19) kórokozója.

SARS-CoV-2 a Baltimore-féle osztályozási rendszerben a IV. csoportba (egyszálú, pozitív-szenz RNS-genommal rendelkező vírusok) tartozik, virionját lipidburok veszi körbe. Taxonómiai szempontból a SARSr-CoV (súlyos akut légzőszervi szindrómához kapcsolódó koronavírus) faj egyik törzse<sup>1</sup> akárcsak közeli rokona, a 2002-2004-es SARS világméretűt okozó SARS-CoV-1.



A SARS-CoV-2 modellje. Vörössel vannak jelölve a receptorhoz kapcsolódó "tüskék", sárgával és narancssal az E és M felszíni proteinek

A vírus zoonotikus eredetű, genetikai vizsgálatok szerint legközelebbi rokonai a denevérekben élnek.<sup>[6][7][8][9]</sup> Egyes feltételezések szerint a tobozskák köztesgazdaként szolgálhattak a denevérek és az emberek között, de ez az elmélet még nincs bizonyítva. A vírus genetikai diverzitása alacsony, vagyis az emberre való "átugrása" nemrég, feltehetően 2019 végén következhetett be.

Az epidemiológiai vizsgálatok szerint a vírus a védekező intézkedéseket nem hozó, immunológiailag nem védett közösségekben igen gyorsan terjed, egy beteg 1,4–3,9 másik embernek adja tovább a fertőzést. Terjedését a testi érintkezés vagy a köhögés, tüsszentés vagy akár a beszéd által generált cseppfertőzés biztosítja. Gazdasejtjébe az angiotenzin-konvertáló enzim-2 (ACE2) receptorhoz kapcsolódva jut be.

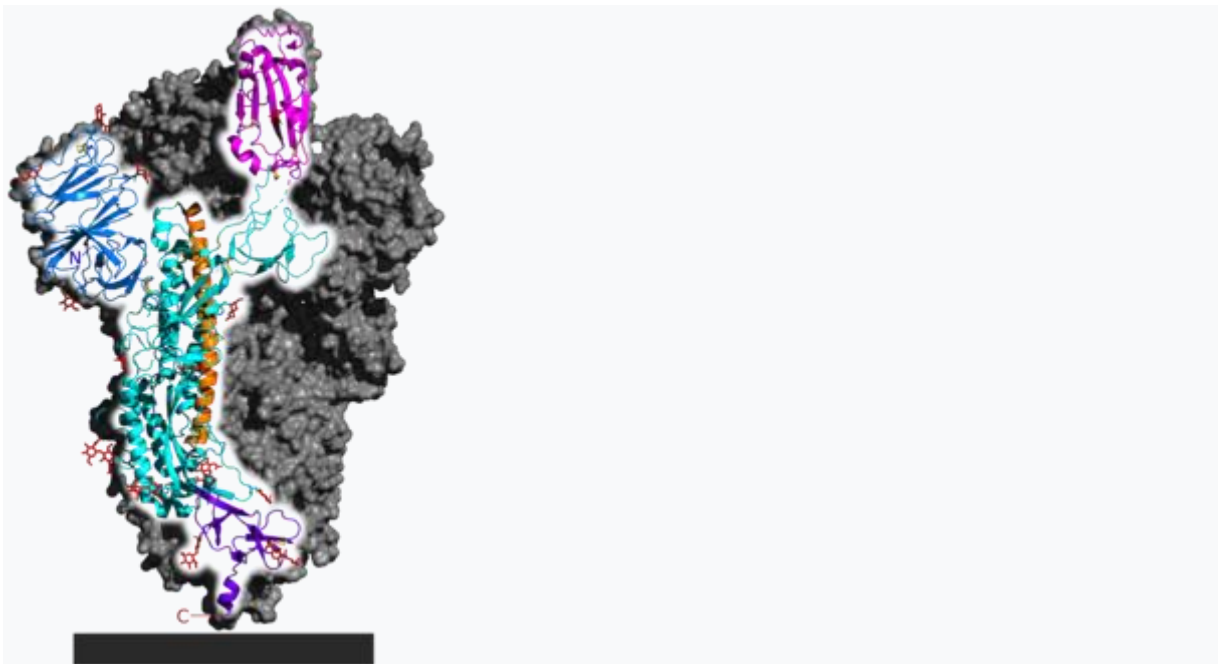
A SARS-CoV-2 emberről emberre való terjedését már a vuhani járvány elején, 2020. január 20-án igazolták. Eleinte úgy vélték, hogy a kórokozó elsősorban a köhögés és tüsszögés kiváltotta cseppfertőzéssel terjed 1,5–2 méteren belül. Lézeres fényszóródási vizsgálatokkal azonban kimutatták, hogy a közönséges beszéd is generál apró folyadékcsöppeket, amelyekben a vírus megbújhat; sőt a vírusrészecskék magukban is kikerülhetnek a levegőbe.

A leülepedett cseppekkel fertőzött felületek fizikai érintése is veszélyes lehet. A kutatások szerint a SARS-CoV-2 műanyag- és acélfelületeken akár három napig, kartonpapíron egy napig, rézfelületen pedig négy óráig marad életképes. A detergenssekkel (mint a szappan) való érintkezés felbontja a vírus külső lipidburkát és inaktiválja azt. A vírus RNS-ét kimutatták a beteg különféle testfolyadékjaiból, például a spermából, sőt a székletből is.

A kórokozó fertőzőképessége a betegség, illetve a korai, tünetmentes szakasz alatt még nem teljesen ismert, de a jelenlegi adatok szerint a torokban a virionszám nagyjából a fertőzés utáni negyedik napon vagy tünetek megjelenése utáni első héten a legmagasabb, utána pedig fokozatosan csökken. A WHO első megállapításaival ellentétben az epidemiológiai modellek arra utalnak, hogy a teljesen tünetmentes, illetve korai fázisban lévő betegek az új fertőzések legfőbb forrásai. Egy Montevideóban kikötött óceánjáró 217 utasa és legénysége közül 128-nak lett pozitív a tesztje, míg tüneteket csak 24-en észleltek. Egy 94 betegen elvégzett vizsgálat arra utal, hogy leginkább 2-3 nappal a tünetek megjelenése előtt fertőzőképesek.

Ritka esetekben előfordul, hogy a vírus emberről állatra terjed át, például macskákra, emiatt egyes intézmények azt javasolják, hogy a betegek lehetőleg ne érintkezzenek háziállatokkal.

A vírusrészecske (virion) gömb alakú, átmérője, 50–200 nanométer. A többi koronavírushoz hasonlóan négy struktúrfehérje építi fel: az S (*spike* a receptorhoz kötődő külső tüskét építi fel), E (*envelope*), M (*membrane*, mindkettő a lipidburokba ágyazódik) és N (*nucleocapsid*, a genomhoz kapcsolódik). Az S protein (amelynek szerkezetét kriogénikus elektronmikroszkóppal atomi szinten felderítették) S1 alegysége kapcsolódik a sejtfelszíni receptorhoz, az S2 alegység pedig a vírus és a sejt lipidrétegeinek fúzióját katalizálja.



A három S proteinből felépülő felszíni tüske modellje (rózsaszínnel van jelölve a receptorkötő domén)

A vírus felszínén található tüske - mint azt a járvány elején, 2020 januárjában kínai és amerikai kutatók egymástól függetlenül kimutatták - a célsejt felszínén lévő angiotenzin-konvertáló enzim-2 (ACE2) fehérjéhez kötődik. A SARS-CoV-2 magasabb affinitással kötődik a humán receptorához, mint az eredeti SARS-CoV-1 vírustörzs. A receptorhoz való kapcsolódást követően egy sejtthártyába ágyazódott celluláris szerinproteáz enzim (transzmembrán proteáz, szerin 2; TMPRSS2) elvágja a vírustüske láncát és szabaddá teszi az S2 alegység fúziós

doménját, amely összeolvasztja a sejt és a vírusburok lipidmembránjait. A fúzió után egy endoszóma veszi körbe a viriont, amely akkor szabadul ki, ha a pH az endoszómán belül lecsökken vagy ha a sejt katepszin nevű proteáza lebontja azt. A víruskapszid ezt követően bekerül a citoplazmába, ahol elkezd az RNS-vírusgenomról a fehérjék átírását.

A SARS-CoV-2 legalább három ún. virulanciafaktort is termel, amelyek elősegítik az új vírusok kiszabadulását a sejtől vagy gátolják a gazdaszervezet immunreakcióját.

A vírusgenom variabilitása alapján a SARS-CoV-2 kialakulását 2019 végére teszik, vagyis az egészségügyi hatóságok igen hamar, hetekkel a megjelenése után felfigyeltek az új kórokozóra. A jelenleg ismert legkorábbi esetet 2019. november 17-én (esetleg december 1-jén) kezdték kezelni. A vírus ezt követően gyorsan áterjedt Kína valamennyi tartományára és a világ szinte minden országára. 2020. január 30-án az Egészségügyi Világszervezet nemzetközi közegészségügyi vészhelyzetet hirdetett, március 11-én pedig kijelentették, hogy világvilágjárvánnyal (pandémiával) állunk szemben.

A vírus reprodukciós rátáját (vagyis egy beteg hány másik embernek adja át a fertőzést) 1,4 és 3,9 közöttinek mérték. Különösen nagy népsűrűségű helyeken (pl. egy óceánjáró utasszállító hajón) a reprodukciós ráta magasabb is lehet. A kórokozó terjedését különféle módszerekkel - távolságtartás, maszkviselés, kéz- és felületfertőtlenítés - próbálják gátolni.

Forrás: Wikipédia;

<https://hu.wikipedia.org/wiki/Koronav%C3%ADrus>; - letöltés: 2021.01.23.

<https://hu.wikipedia.org/wiki/SARS-CoV-2> – letöltés: 2021.01.23.