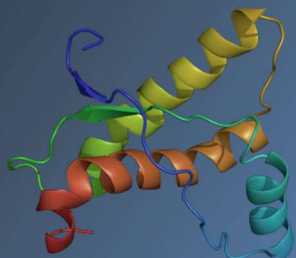


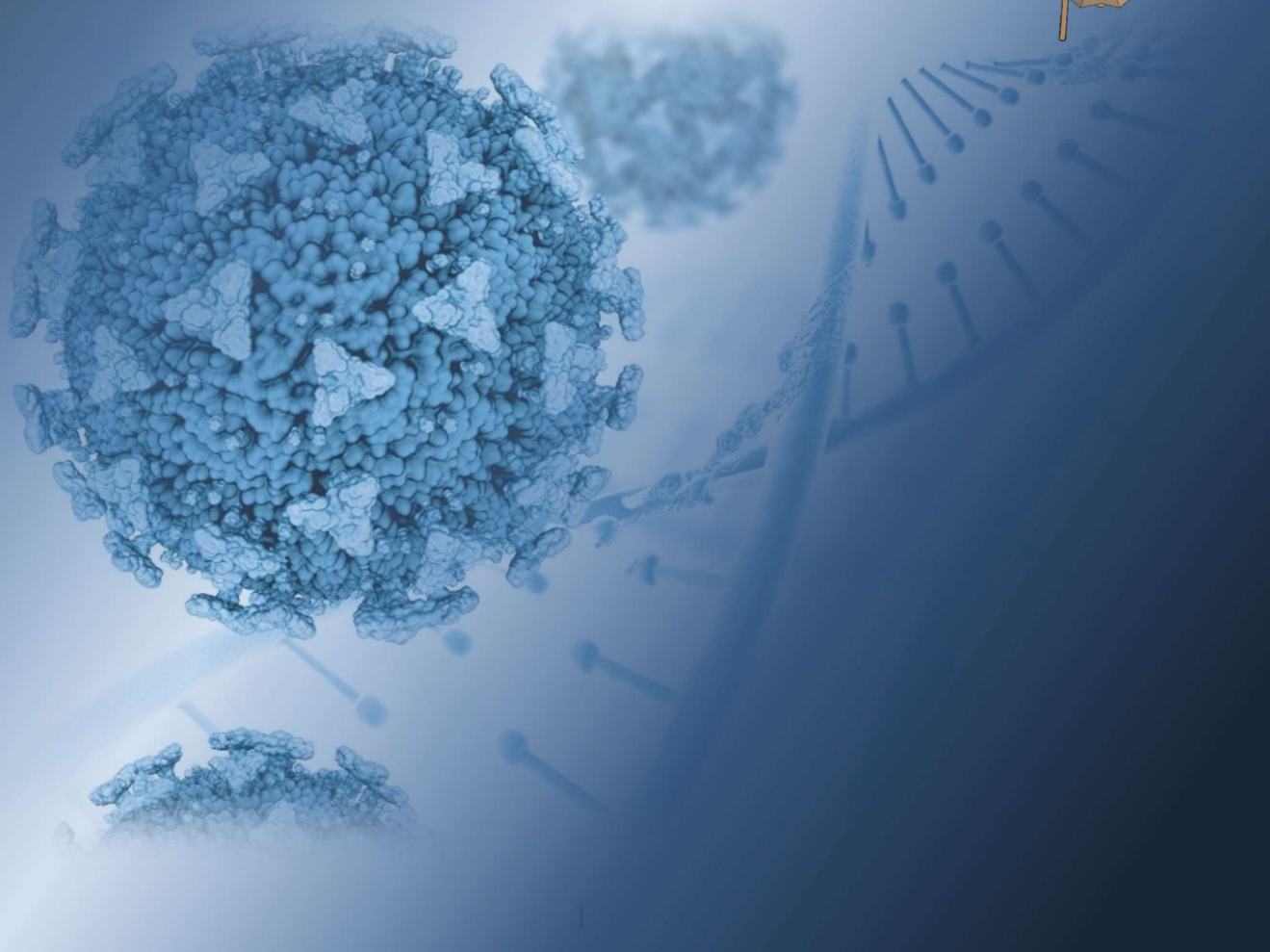
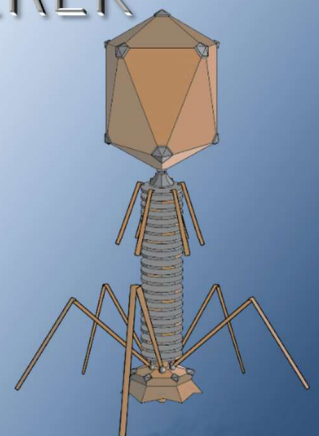
3.1. NEM SEJTÉS RENDSZEREK

3.1.1 VÍRUSOK

3.1.2 PRIONOK



Készítette Vizkijevicz András



Emelt szintű vizsgakövetelmények 2024

3.1 Nem sejtes rendszerek

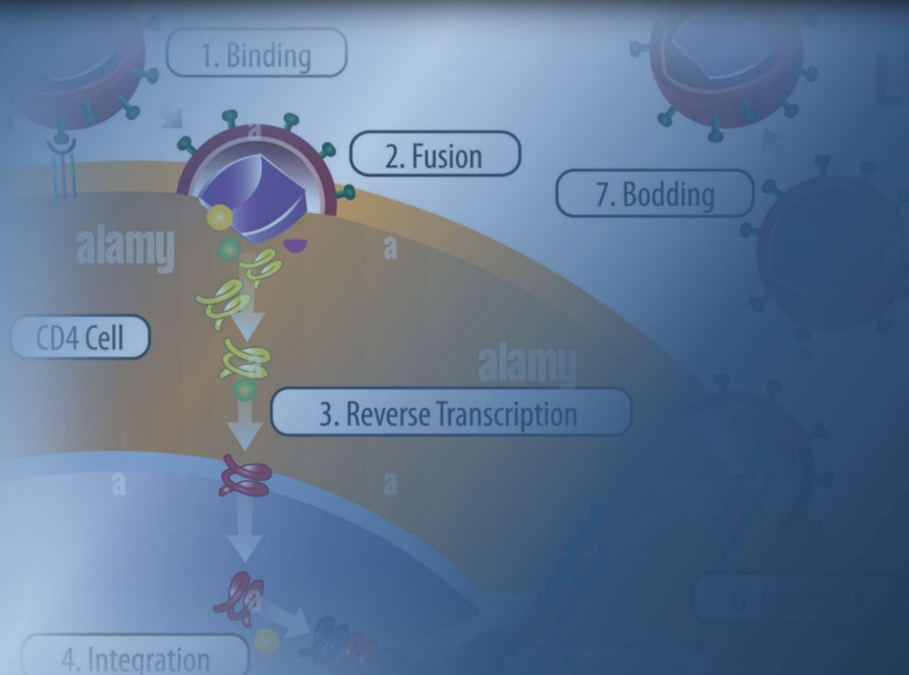
3.1.1-2. Vírusok, prionok

Kulcsfogalmak

- Vírus, sejtparazita, fertőzés, járvány, megbetegedés, influenza, COVID, kanyaró, nátha, bárányhimlő, AIDS, veszettség, rubeola, herpesz, hepatitisz, HPV,
- prion, szarvasmarhák szivacsos agyvelőgyulladás, kóros konformációváltozás.

Gondolkodási művelet

- Értékelje a vírusok biológiai, egészségügyi jelentőségét. Ismertesse a vírusok felépítését, hogy méretük mely mérettartományba esik, és a vírusokkal történő megfertőződés módjait.
- Ismertesse a leggyakoribb vírus által okozott emberi megbetegedéseket (név, ismertebb tünetek), a megelőzés és a védekezés lehetőségét.
- Értelmezze a fertőzés, megbetegedés, járvány fogalmát.
- Értelmezze, és biológiai tényekkel támassza alá, hogy a vírusok az élő és élettelen határán állnak.
- *Magyarázza ábra alapján a vírusfertőzés folyamatát a bakteriofágok litikus és lizogén ciklusa, valamint egy retrovírus példáján keresztül.*
- *Hasonlítsa össze a priont a vírussal.*
- *Magyarázza, hogy a szivacsos agyvelőgyulladást okozó fehérje normális térszerkezetű változata az egészséges agyszövetben is megtalálható, értelmezzen erre vonatkozó leírásokat, esettanulmányokat.*



Nem sejtés szerveződésű rendszerek

A fejezet a követelményrendszer 3.1.1. pontja alapján készült.

Készítette Vizkievicz András

3.1.1. Vírusok

A vírusok felépítése

A vírusok fertőzőképes, **kórokozó sejtparaziták**, makromolekuláris rendszerek, melyek nem érik el a sejtés szerveződés szintjét, **nem tekinthetők élőlényeknek, az élő és az élettelen világ határán állnak.**

A XIX. sz. végén Dmitrij Ivanovszkij orosz biológus a dohány mozaikosodásának kórokozóját próbálta kimutatni. A mozaikosodás a levél foltokban jelentkező sárgulása. **Beteg növényből nyert présnedvet baktériumszűrőn szűrte át, majd az átcsepegő présnedvvel locsolta meg a növényeket, amelyek ettől megbetegedtek.**

Tehát a megbetegedést a **baktériumoknál is kisebb kórokozók okozták**, amelyeket később Martinus Beijerinck vírusoknak nevezett el. Vírus = mérge (lat.)

Méret

Nanométeres nagyságrendűek, méretük 20 - néhány száz nm-ig terjed ($1\text{nm} = 10^{-9}\text{m}$), csak **elektronmikroszkóppal** láthatók néhány 10 000 x-es nagyítás mellett.

Szerkezet

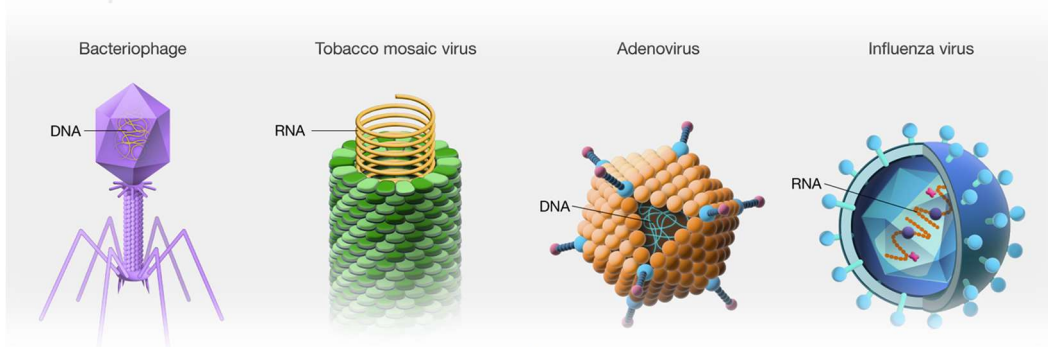
Nem érik el a sejtés szerveződési szintet, csupán kétféle anyagból állnak.

- **A vírus belső részében található az örökítőanyag**, amely lehet DNS vagy RNS (**retrovírusok**). Az örökítőanyag feladata a vírus felépítésére vonatkozó információ tárolása.
- **Perifériásan egy fehérjeburok található**, melyet **toknak** nevezünk. **Feladata az örökítőanyag védelme**, ill. lehetővé teszi a **megtapadást** a gazdasejten.

A fehérjeburok felépítése, alakja szerint a **vírusok 4 csoportba sorolhatók.**

1. **Helikális** (spirális), ahol az örökítőanyaghoz csavarvonal mentén kapcsolódnak a fehérje alegységek, pl. a **himlő vírusa**, dohánymozaik vírus.
2. **Kubikális** (kőbös), ahol a fehérjeburok szabályos kristályszerkezetű ikozaéder (20 egyenlő oldalú háromszög által határolt idom), ilyenek pl. a **bárányhimlő**, a gyermekbénulás vírusa, ill. az **adenovírusok**.
3. **Kombinált** (binális), amelynek van helikális és kubikális része, pl. a **bakteriofágok** és egyes rákkeltő RNS vírusok.
4. **Burkos vírusok**, ahol a vírust a gazdasejt sejtthártyájából származó membrán burkolja be, pl. az **AIDS vírusa** a **HIV**, **influenza vírus**.

Examples of viruses



A vírusok szaporodása („életmódja”)

A vírusok **nem tekinthetők sem élőnek, sem élettelennek, az élő és az élettelen rendszerek határán állnak.**

A vírusnak két megjelenési formája ismert:

1. **virion** a sejten kívüli fázis, amely **élettelen**, kristályos szerkezetű.
2. A sejten belüli **vegetatív fázis**, amely a működő, **szaporodó vírus**.

A vírusok **önmagukban semmilyen életjelenséget nem mutatnak, nincs anyagcseréjük.** A vírusok kizárólag azáltal képesek szaporodni, hogy **meztámadnak valamilyen sejtet**, behatolnak, átszervezik a sejt működését, **arra kényszerítik**, hogy a saját anyagait felhasználva, a **bejutott vírushoz hasonló vírusokat hozzon létre**. A folyamat a sejt pusztulásához vezet. Ez a jelenség a **parazitizmus** vagy **élősködés**.

A vírus által **meztámadott sejtet gazdasejtnek** nevezzük. A gazdasejt típusától függően beszélünk:

- **emberi**: influenza, koronavírusok, kanyaró, nátha, bányahimlő, AIDS, veszettség, rubeola, herpesz, hepatitisz, HPV,
- **állati**: sertés és baromfi pestis, száj és körömfájás, veszettség,
- **növényi** vírusokról,
- **bakteriofágokról**.

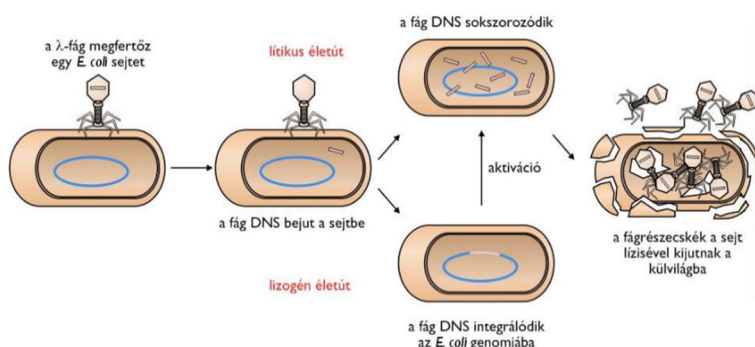
A vírusok többsége **gazdaspecifikus**, azaz kizárólag a rá jellemző gazdaszervezetben képes szaporodni. **Kivételek is ismertek, ilyen pl. a veszettség, száj és körömfájás, tehénhimlő stb. vírusa.**

A vírus tehát

- **nem élő**, mert a **gazdasejt nélkül nem képes szaporodni, nincs önálló anyagcseréje.**
- **De nem is élettelen**, mivel a **gazdasejtbe jutva, annak anyagait felhasználva szaporodni képes, megváltoztatja a gazdasejt működését.**

A fertőzés folyamata, bakteriofágok litikus és lizogén ciklusa

- A **virion** a közeg áramlásával jut el a gazdasejthez, mivel **önálló mozgásra képtelen**.
- A virion **meztapad a gazdasejt felületén**. A meztapadás specifikus **víruskötő helyeken (receptorokon)** történik. A receptorok mindig az adott sejt típusra jellemzőek, így ezért **gazdaspecifikusak** a vírusok.
- Bakteriofágok esetén a meztapadás fehérjefonalakkal történik, majd a talpon található **enzim (lizozim) kilyukasztja a sejt falat**. A lyukon keresztül a **DNS a sejtbe injektálódik, a burok kívül marad**.



A **sejten belül** a vírusok kétféleképpen viselkedhetnek:

1. **Litikus** életsiklus

A bejutás után **azonnal megkezdődik az új vírusok képzése**. A sejt elpusztul, szétszakad.

2. **Lizogén** életsiklus

A **vírus DNS beépül a gazdasejt DNS-ébe**. Ilyenek pl. az RNS tumorvírusok, herpesz vírusok, a HPV, HIV. A beépülés után a vírus sokáig észrevétlen maradhat, majd még nem tisztázott okok miatt – pl. immunrendszer legyengülése - aktívvá válhat.

A vírusbetegségekről (lásd még 4.8.5. fejezet)

A **tudomány jelenleg olyan vírusellenes gyógyszert nem ismer, amely megfertőződés esetén a vírusokat maradéktalanul megsemmisíti**. Ugyanakkor pl. a hepatitis-C és a HIV ellen ismertek már olyan hatóanyagok, melyeknek köszönhetően a vírus gyakorlatilag eltűnik a testnedvekből, miáltal ún. tartós vírusmentesség érhető el.



Egyrészt a virion nem élő szervezet, ezért a szervezeten belül elpusztítani nem lehet, másfelől a vírus vegetatív formája a gazdasejtben van, így csak a sejttel együtt lehetne megsemmisíteni, azonban a gyógyszerek nem tudják a fertőzött sejteket megkülönböztetni az egészségesektől.

A **vírusbetegségekkel szembeni védekezés** leghatékonyabb módja a **megelőzés**. Ez többek között **immunizálással, ill. higiénés szabályok betartásával** lehetséges.

Az **immunizálás** történhet

- **mesterségesen**, különféle **védőoltásokkal**,
- ill. **természetes** módon,

továbbá lehet

- **aktív** vagy
- **passzív**, attól függően, hogy az immunizálandó szervezet immunrendszere részt vesz-e a folyamatban vagy sem.

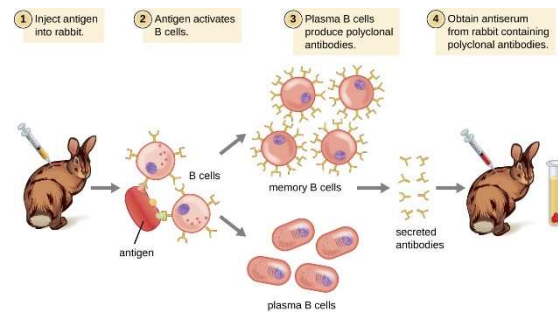
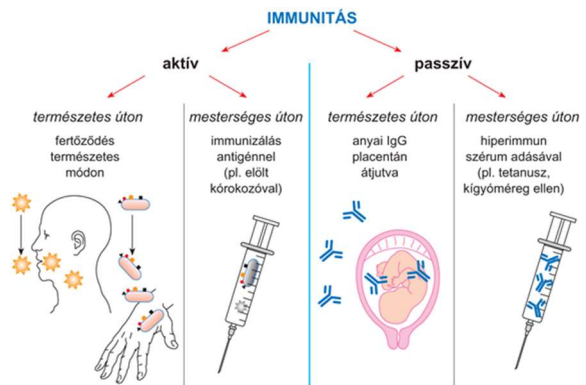


Mesterséges aktív immunizáláskor a **kórokozó egy ártalmatlan, de ugyanakkor jellemző darabját juttatjuk be a szervezetbe oltóanyag formájában** (pl. **legyengített kórokozót**), ezt az immunrendszer megjegyzi, kialakítja ellene a megfelelő immunválaszt, pl. **ellenanyagot termel** vele szemben, és amikor legközelebb a patogén megjelenik a testben, gyorsan lezajlik a kórokozót megsemmisítő immunfolyamat a kialakult **immunmemóriának** köszönhetően. Ezt a védőoltást gyakran kísérheti enyhe betegség tünet, láz, ami az immunrendszer működésének köszönhető. Ilyen pl. az influenza, hepatitis elleni oltás.

Természetes aktív immunizáláson esünk át, mikor **természetes úton megfertőzödünk**, majd az immunrendszerünk leküzdí a betegséget és **kialakul az immunmemória**, ilyen pl. a bárányhimlő ellen gyerekkorban megszerzett védettség.

Passzív mesterséges immunizálásról akkor beszélünk, ha **más állatból kivont ellenanyagot juttatunk a szervezetbe**, ilyen pl. tetanus baktériumok elleni oltás, vérzéssel járó mélyebb sebek keletkezésekor. Ebben az esetben, mivel a saját immunrendszerünk nem játszik szerepet a védettség kialakításában (azaz passzív), **nem alakul ki immunmemória**, aminek következtében a **hatás csupán néhány hétre korlátozódik**, amíg a beadott ellenanyagok a vérben le nem bomlanak.

Passzív természetes immunizálás folyamata során, **természetes úton** ellenanyag jut be a szervezetbe, pl. az anyatejjel csecsemőkorban, ill. méhlepényen keresztül a magzati korban.



Az első mesterséges aktív immunizálás Edward Jenner (1749-1823) angol sebész nevéhez fűződik, ő a himlőoltás feltalálója.

Ismert volt, hogy a tehénhimlővel megfertőződött és a betegségen átesett tehenészlányok nem betegedtek meg a fekete himlővel. Ez felkeltette Jenner érdeklődését.

Egy 5 éves kisfiúnak adott be egy tehénhimlős lány kezén lévő hólyagból származó váladékot, azaz tehénhimlő legyengített kórokozójával fertőzte meg a fiút, aki viszont sikeresen átesett a betegségen. És később fekete himlővel megfertőzve, nem lett beteg.

Jenner annyira hit a sikerében, hogy 11 hónapos fián is kipróbálta. A tehén latin neve vacca, innen ered a vakcinázás elnevezés. A kifejezést Louis Pasteur használta először Jenner munkássága iránti tiszteletből.



Másfelől a **fertőzések, járványok megelőzésének** érdekében fontos, hogy **betartsuk** az alapvető **higiénés szabályokat**:

- Fontos a rendszeres, **szappanos** vagy kézfertőtlenítő készítményekkel történő **kézmosás**.
- Soha **ne nyúljunk piszkos kézzel a szemünkhöz, a szánkhoz**.
- Járvány esetén viseljünk megfelelően **szájmaszkot** nyilvános helyeken.

A **megelőzés lehetősége** továbbá, hogy a **szervezet ellenállóképességét, az immunrendszert különböző vitaminok szedésével, ill. megfelelő életmóddal megerősítjük**. Vírusellenes vitamin nincsen, de pl. a **C és D vitamin** esetében az általános kondicionáló szerepük fontos lehet. Ezért fontos a **megfelelő mennyiségű vitamin és nyomelem bevitele**, amelyet a kora tavaszi hónapokban a természetes forrásokon kívül vitaminkészítmények szedésével lehet elérni.

A **fizikai erőnlét és a szellemi aktivitás fenntartása** legalább ilyen fontos. A bezártság hajlamosít az inaktivitásra és régi orvosi tapasztalat, hogy a **fizikai inaktivitás**, különösen, ha az esetleg hetekre, hónapokra terjed ki, komolyan **legyengíti a szervezetet**, mely hajlamosíthat fertőzésekre is.

A **megfelelő táplálkozás** is a védekezéshez szükséges külső erőforrást biztosítja. Veszélyes, ha a mozgásszegény életmód kalóriagazdag táplálkozással párosul.

Virulenciával egy konkrét kórokozó **számszerűen megadható megbetegítő képességét** adják meg. A kórokozó virulenciáját annak alapján ítélik meg,

- hogy hányan betegedtek meg,
- milyen súlyosságúak voltak a megbetegedések,
- illetve a fertőzöttek hány százaléka hal meg a fertőzés következtében.

Fertőzésről (infekció) akkor beszélünk, ha a **kórokozó behatol a szervezetbe és ott megtelepedve elszaporodik. A megfertőződés történhet**

- **cseppfertőzéssel** a levegőben páracseppek közvetítésével (influenza, coronavírus),
- **testvadászokkal** pl. nyállal, vérrel, ondóval, hüvelyváladékkal (HPV, HIV, hepatitis),
- **fertőzött széklettel** (rotavírus, hepatitis A és E).

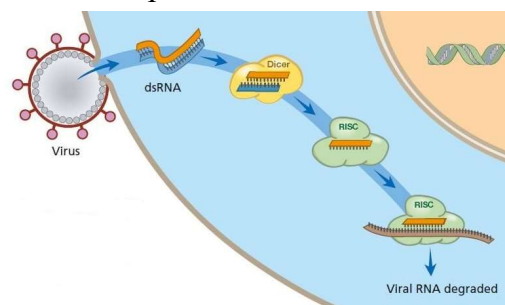
Járványról (epidémia, pandémia) akkor beszélünk, ha **ugyanazon betegség sokszoros, egyidejű fellépését tapasztaljuk, bizonyos terület lakói között.**

A **betegség** a test fiziológiai állapotának kóros megváltozása, homeosztázisának felborulása.

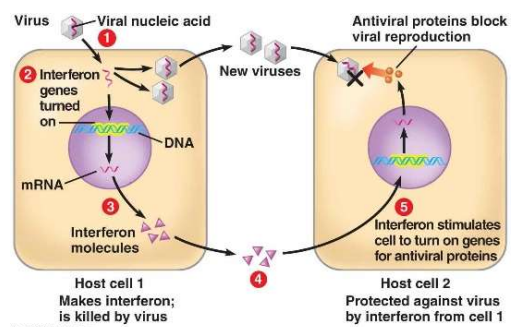
A **vírusbetegségek jellegzetes tünetei a magas láz, levertség, izom és ízületi fájdalom.** A vírusok legjobban 35-36 Celsius fokon szaporodnak, így a láz nem kedvez a fertőzésnek.

A magasabb rendű eukarióta sejtekben az evolúció során kiépültek különféle **védekező mechanizmusok** a vírusokkal szemben.

Elsősorban növényekre jellemző az **RNS interferencia** jelensége. A növényi vírusok egy része kettős szálú RNS genomot tartalmaz. A sejtekbe bejutó virális eredetű kettős szálú RNS-szakaszok egy nagyobb, RISC nevű fehérjekomplexbe épülnek be. Ez a komplex a későbbiekben minden olyan bejutó vírus mRNS-t lebont, amely szekvenciája hasonlít a korábban beépült vírus RNS-hez.



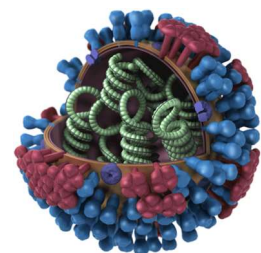
Másik példája a vírusokkal szembeni védekezésnek az emberi szervezetben az **interferonok** működése. Az **interferonokat a vírussal fertőzött sejtek bocsátják ki.** Az **interferonok** a szomszédos sejtek receptoraira kapcsolódnak, és **aktiválják azokat a védekező mechanizmusokat,** amelyek segítenek a fertőzés leküzdésében. A még egészséges sejtekben olyan enzimek képződését váltják ki, amelyek akkor keletkeznek, mikor bekövetkezik a fertőzés. Ezek az enzimek pl. bontják a vírus mRNS-t, gátolják a fehérjeszintézist stb.



Fontosabb emberi vírusos betegségek

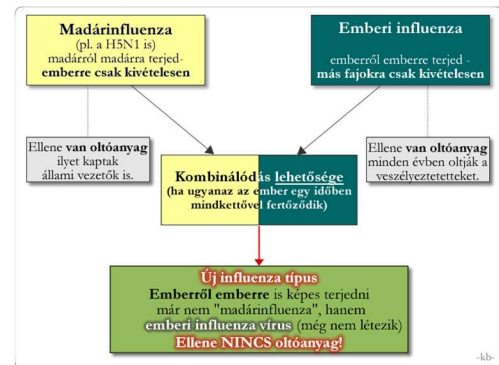
Influenza

Az influenzát **magas láz, orrfolyás, köhögés, fejfájás, rossz közérzet, az orr és a légutak nyálkahártyájának duzzanata, végtagfájdalom** jellemezi. Az influenzavírusok az egyéb légúti fertőzések kórokozóihoz hasonlóan a **köhögéskor, tüszögéskor** és beszéd közben keletkező légúti váladékcseppecskék révén, **cseppfertőzéssel terjednek, elsősorban a tüdő hámsejtjeit támadják meg.** A megbetegedés elsősorban a légzőrendszert és a keringési rendszert érinti. **Szövődményei lehetnek tüdőgyulladás, szívmeggyulladás, agyvelőgyulladás.** A **beteg** leggyakrabban **magától meggyógyul,** javasolt az **ágynyugalom,** valamint a megfelelő **folyadékpótlás.**



A kórokozó a burkos vírusok közé tartozik, ismert A, B és C típusa is. A burookban különféle H és N jelű molekulák találhatók, amelyek alapján a vírusok tovább csoportosíthatók, pl. H1N1. s ez az alapja. Minden évben újra és újra kialakulnak az influenzajárványok, mivel a felszíni molekulák szerkezete gyakran megváltozik, s így az immunrendszer nem ismeri fel a korábban már leküzdött kórokozót.

A vírus állatok közvetítésével nagyobb genetikai változáson is átesik időnként, ami az ember immunrendszerét felkészületlenül érheti, ezért világméretű, igen súlyos járványok alakulhatnak ki, mint pl. 1918-ban a spanyolnátha (egyések szerint madárinfluenza).



http://mult-kor.hu/20140430_megfejtettek_a_spanyolnatha_rejtelyet

A 2020. évben azonosított új koronavírus (SARS-CoV-2) okozta fertőzések (COVID-19)

Forrás: koronavirus.gov.hu

A koronavírusok alapvetően állatok körében fordulnak elő, ugyanakkor egyes koronavírus törzsekről ismert, hogy képesek az emberben is fertőzést okozni. A koronavírusok mind állatról emberre, mind emberről emberre terjedhetnek. A mostani járványt okozó új koronavírus 2019 végén került azonosításra Kínában. Az új koronavírus elnevezése „súlyos akut légúti tünetegyüttest okozó koronavírus 2” (SARS-CoV-2), az általa okozott megbetegedés pedig a „koronavírus-betegség 2019” (Coronavirus Disease 2019), melynek rövidített elnevezése a COVID-19. Ez a vírustörzs a kínai Vuhanban a 2019 decemberében kitört járvány előtt ismeretlen volt.

A koronavírusok lipid burokkal rendelkező, egyszálú RNS vírusok. A koronavírus fertőzések okozta megbetegedések változó súlyosságúak lehetnek: a hétköznapi náthától a súlyosabb, halálos kimenetelű légúti megbetegedésekig.

Terjedés módja: az emberről-emberre történő terjedés jellemzően cseppfertőzéssel és a fertőzött váladékokkal történik.

Az új koronavírusal történő fertőződés esetén a legtöbb emberben kialakul a megbetegedés. Ritkák az olyan esetek, ahol tünetmentesen zajlik le a fertőzés (becsülten 1-3%).

A WHO adatai szerint a megbetegedés jellemzően lázzal, száraz köhögéssel, fáradékonysággal jár. Előfordul nehézlégzés, torokfájás, fejfájás, izom- vagy ízületi fájdalom, hidegrázás. Ritkább tünet a hányás, hasmenés.

A betegség leggyakrabban (kb. 80%-ban) enyhe vagy közepesen súlyos formában zajlik, ekkor a klinikai kép az enyhe légúti fertőzéstől a nem súlyos tüdőgyulladásig terjedhet.

A halálozás 2-3% között változik, amelyet jelentősen befolyásol a vírus terjedésének intenzitása, illetve az érintett terület jellemzői (pl. demográfiai mutatók, egészségügyi ellátáshoz való hozzáférés), általában legmagasabb az idősek körében.

A betegség súlyos formája leginkább a 60 évnél idősebbeket és a krónikus alapteregségben (pl. magas vérnyomás, cukorbetegség, szív- és érrendszeri, krónikus légúti megbetegedés, daganatos megbetegedések) szenvedőket érinti.

AIDS

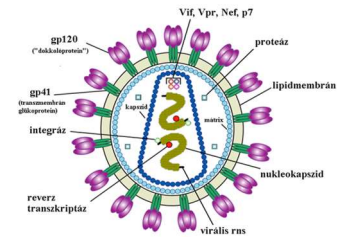
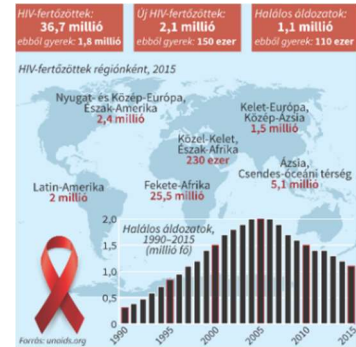
Acquired Immuno Deficiency Syndrome (Szerzett Immunhiányos Tünetegyüttes)

Az **AIDS betegség** vírusa a **HIV**, amely az **immunrendszer sejtjeit támadja meg és pusztítja el**, aminek következtében néhány év alatt a szervezet teljesen kiszolgáltatottá válik a különféle fertőző megbetegedéseknek. Igen súlyos betegség, kezelés nélkül **halállal végződik**.

A betegség 1980-as években, az USA-ban fiatal homoszexuális férfiak körében jelent meg. Később fertőzött vércsizményekkel, közös injekciós tű használatával, prostitúcióval terjedt tovább. Mára világméretű járvánnyá vált, jelenleg kb. 37 millió vírusfertőzött ismert. A vírus valószínűleg majmokból – SIV- került át az emberbe Afrikában.

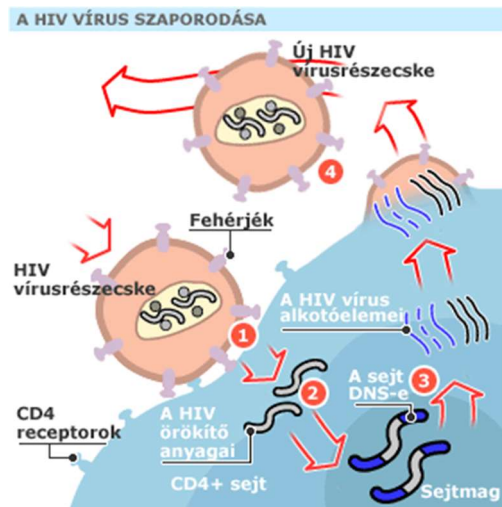
A HIV szerkezete

- **Retrovírus**, azaz **RNS az örökítőanyag**, amely a sejtekben a **reverz transzkriptáz** enzimmel DNS-sé másolódik.
- **Tok** (kapszid).
- **Peplon**: kettős foszfolipid membrán, gp41 és gp120 glikoproteidek, melyek segítségével a CD 4 jelű receptorokat hordozó fehérvérsejtekhez képes kötődni.



A vírusfertőzés folyamata

1. Vírus megtapad a sejt felületén, a peplon összeolvad a sejthártyával, majd az örökítőanyag a tokkal bejut a gazdasejtbe.
2. A **vírus RNS a reverz transzkriptáz segítségével DNS-sé íródik át**. Ez a DNS **beépül a gazdasejt DNS-ébe**.
3. A gazdasejt elkezd a beépült DNS alapján a vírus alkotórészeit „legyártani”.
4. A kész vírusok kiszabadulnak a sejtől (több százszáz nagyságrendben). A gazdasejt általában elpusztul.



https://drive.google.com/file/d/1V7xtd6MtVY00ZI3TSRUC4oU_v3NoXyzu/view?usp=sharing

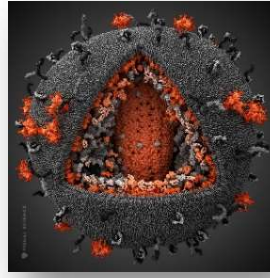
A fertőzés terjedése

- Védekezés nélküli **szexuális úton**.
- **Fertőzött vérrrel** vagy vércsizménnyel.
- **Anyáról gyermekre** (méhen belüli fertőzés, szülés és szoptatás során).
- Injekciós **intravénás kábítószer által**.
- Nem megfelelően sterilizált orvosi eszközök révén.



Nem terjed...

- kézfogással,
- puszival,
- rovarcsípéssel,
- együtt fürdéssel stb.



A tünetek

HIV-fertőzés lefolyása 3 szakaszra osztható.

1. Kezdeti fertőzés,
2. tünetmentes szakasz,
3. súlyos immunelégtelenség (=AIDS!).
 - **3-6 héttel a fertőzés után influenzára emlékeztető tünetek** jelentkezhetnek, esetleg nyirokcsomó megnagyobbodás tapasztalható.
 - A vírus elleni antitestek a fertőzés után 1 hét - 3 hónap múlva mutathatók ki.
 - A fertőzés után **akár évekig tartó lappangási szakasz** következhet (1-15 év), ekkor már **HIV pozitivitásról** beszélünk, a vírus a szervezetből nem ürül ki.
 - Amikor az immunsejtek száma egy bizonyos érték alá csökken, kialakul az **AIDS betegség**.

Ez hajlamot jelent ún. **opportunistá fertőzések**re, azaz minden olyan kórokozó, ami a normál immunitású emberekre veszélytelen, az AIDS betegeknek súlyos, akár életveszélyes állapotot is elő tud idézni, pl. **tüdőgyulladás, hasmenés, gombásodás, TBC, hepatitis-B, hepatitis-C** stb., egyes **daganatos megbetegedések** kockázata sokszorosára növekszik, mint pl. a Kaposi-szarkómáé (lásd jobb felső kép).

Hepatitis, fertőző májgyulladás

Májgyulladást (hepatitis) okozhatnak **vírusok**, autoimmun betegség, alkohol, bizonyos gyógyszerek és mérgeanyagok. Világszerte a vírusos májgyulladás a leggyakoribb. Szövődménye lehet májzsugor, vagy rosszindulatú daganat.

Általános tünetek

Jobb bordaív alatti fájdalom, a bőr és szemfehérje **sárgás elszíneződése**, sötét vizelet, fáradtság és levertség, hasi panaszok. A beteg máj nem képes a lépből származó bilirubint megfelelő módon és mértékben feldolgozni, átalakítani (vízoldhatóvá tenni), ezért az **felszaporodik a vérben, a szövetekben és a bőrben**.



A jelenleg ismert hepatitis vírusokat A-tól G-ig jelzik és X-szel jelölik a még nem azonosított vírusokat. A **vírusok** a kórokozó típusától függően **két fő formában terjednek**:

- a **hepatitis A és E a tápcsatornán keresztül** (például fertőzött élelmiszer, fertőzött széklet),
- a **hepatitis B, C, D, G és a többi vírus vérrel és testnedvekkel** (ondó, hüvelyváladék).

A hepatitis A és E

A betegséget a beteg és a tünetmentes fertőzött személy székletével szennyezett kéz, tárgyak, élelmiszerek, ivó- és fürdővíz terjesztheti. **Tünetei a néhány napig tartó láz, elesettség, étvágytalanság, sárgaság**. A **betegség megelőzésében** alapvető fontosságú az általános **higiénés rendszabályok betartása**, ezen belül is a legfontosabb a kézmosás.

Hepatitis B és C

Szexuális úton, vérrel, vérkészítményekkel, testvadásokkal, ondóval, hüvelyvadásokkal **terjed**. A tünetmentes hordozók és a krónikus betegek életük végéig fertőzőképesek lehetnek! A betegség lassan kezdődik, rendszerint láz nélkül. A bevezető szakban a betegnél **fáradtság, ízületi fájdalmak, étvágytalanság** jelentkezik, majd ezt követően a **sárgaság**. A fertőzés késői következménye a **májzsugor és a májrák**.

A **HBV ellen aktív védőoltás javasolt**, ami a 14 éves korosztály számára kötelező és ingyenes. A **HCV** rendkívüli mutációs készsége miatt hatásos **védőoltás jelenleg még nincsen**.

HPV (Human Papillomavirus)

A HPV **szexuális úton terjedő kórokozó**, mely rendellenes sejtburjánzás következtében kialakuló **szemölcsöket** okozhat a szervezet külső **hámfelületein, a bőrön, a nemi szerveken és a végbélnyílás körül**. Rendkívül elterjedt kórokozó, a népesség mintegy fele élete során átesik HPV fertőzésen, de nagy részük a fertőzést leküzdí, így nem alakul ki benne semmilyen tünet. A HPV kórokozók eddig több mint 130 ismert típusát azonosították, melyeket **daganatkeltő képességük alapján különböző kockázatú csoportokra osztották**. A magas kockázatú vírusok olyan daganatos betegségek kialakulásában játszhatnak közre, mint a **méhnyakrák**, a **hímvesző**, a **hüvely rákja**, bizonyos **szájüregi rákok**, valamint a **végbél laphámrákja**. A HPV vírusok genetikai anyagukat beépítik a gazdaszervezet örökítő anyagába (lizogén életciklus).



Kanyaró

A kanyaró **láz**, **hurutos** (hurut: a nyálkahártyák erős váladéktermelésével járó gyulladása), **kiütéses**, igen fertőző **súlyos** betegség. **Cseppfertőzéssel** terjed. **Szövődményeként** kialakulhat **agyvelőgyulladás** vagy **tüdőgyulladás**, de **végződhet halállal is**.



Rózsahimlő vagy rubeola

A rubeola egy enyhe – **gyengeséggel, fejfájással és hőemelkedéssel** járó -, **cseppfertőzéssel terjedő** gyermekkori **kiütéses** betegség. Azonban a **várandós nők megbetegedése a terhesség korai szakaszában súlyos magzati károsodást okoz**, mint pl. veleszületett szívbetegség, a teljes vagy részleges vakság, a kétoldali sükettség, szellemi visszamaradottság.



Báránymimlő

A báránymimlő **cseppfertőzéssel** terjedő, **piros, viszkető, hólyagos pattanásokat és lázat** okozó megbetegedés. Rendkívül fertőző. **Gyermekkorban** leggyakoribb **szövődmény** a hólyagok másodlagos fertőződése miatt kialakuló **bőrfertőzés**. A betegségen átesett embereknél **később kialakulhat övsömör**, mert ez a betegség a bennük **lappangó vírus reaktivációja miatt jöhet létre**.



Herpesz

A herpesz vírusa elsősorban a **bőrön, ill. nyálkahártyákon okoz tüneteket**, ritkán az idegrendszert betegíti meg. Kis területen **égő, viszkető hólyagocskák** jellemzik. A hólyagocskák fájdalmasak és világossárga folyadékot tartalmaznak. A folyadékkal telt hólyagocskák kezelés nélkül is leszáradnak és nyom nélkül gyógyulnak.



Közvetlen a **bőrrel történő érintkezés útján terjed**. Többnyire ártalmatlan, viszont makacsul visszatérő megbetegedés, mivel a vírus lappangó formában megmarad a szervezetben (lizogén életciklusú). **A tünetek megjelenésének az oka lehet a szervezet immunrendszerének legyengülése**, valamilyen gyulladás vagy lázas betegség, erős lelki trauma, stressz, lelki problémák, más fertőzések stb.

Veszétség

A veszétség vírus okozta halálos kimenetelű fertőző betegség, **a vírus veszett állatok testváladékaiával, főként nyálával terjed**. A vírus a fertőzött személy központi idegrendszerébe jutva, gyakorlatilag minden esetben **halálos kimenetelű agyvelőgyulladást okoz**. A lappangási idő 3-7 hét.

A betegség általában levertséggel kezdődik, majd fokozott ingerlékenység, intenzív nyálfolyás, a megmart végtagban jelentkező erős, görcsös fájdalom, nyelési görcsök, agyvelőgyulladásra jellemző tünetek, általános bénulás alakul ki, végül légzésbénulás okozza a beteg halálát.

Ha pedig a beteg vizet iszik, sőt, annak látványa is súlyos görcsöt vált ki a száj, garat, gége izomzatában, emiatt a nyálát sem tudja lenyelni, kifolyik a szájából. Innét származik a betegség egyik elnevezése, a víziszony (hidrofóbia).

Néhány nap alatt az **állapot tovább romlik, súlyos légzési, keringési zavar alakul ki, bénulás, kóma** lép fel, majd meghal a beteg.

Nátha

Az **orr nyálkahártyájának hurutja** – intenzív váladéktermeléssel járó nyálkahártya gyulladás -, a leggyakoribb megbetegedések egyike. A közönséges heveny nátha legtöbbször egyszerű **meghűlésből** ered, **bakteriális, ill. vírusfertőzés okozza**.

Általános rosszullét, bágyadtság, fejfájás, időnként borzongásérzés, néha csekély hőemelkedés jellemzi. Bő váladékképződés indul az orrban, ami híg, majd sűrűbb orrfolyást eredményez.

A vírusok szerepe az ökológiai rendszerek működésében

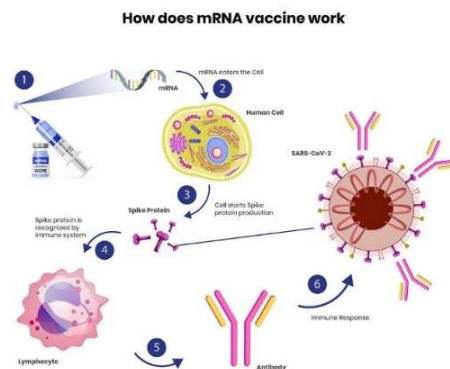
- **A bakteriofágok jelentősen hozzájárulnak a Földön a baktériumok egyedszámának a szabályozásához.** A baktériumok elpusztításával óriási tömegű szerves anyagot termelnek, mely más heterotróf lebontó szervezetek számára fontos tápanyagot jelent. **Tehát a vírusok részt vesznek az ökoszisztémák anyag- és energiaforgalmában, mivel közvetve hozzájárulnak a szerves anyagok szerves anyagokká – szén-dioxid, víz, ásványi anyagok stb. - alakulásához.**

- A vírusok szerepet játszanak a **gazdaszervezetek populációi egyedszámának a szabályozásában**. Túlnépesedés esetén a vírusok járványokat okozhatnak, amelyek **csökkentik a populáció egyedszámát**. Ez segít fenntartani az ökológiai egyensúlyt és megakadályozza a populációk túlnépesedését.

A forgalomban lévő COVID-19 elleni vakcinák működési elve (lásd még 4.8.5. fejezet)

mRNS alapú vakcinák

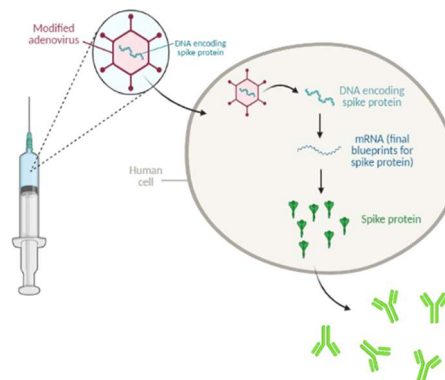
A vírus egyik **burokfehérjéjének – az ún. tüskefehérjéjének – genetikai információját egy lipidburokban található mRNS molekulával juttatják be emberi sejtekbe, melyek legyártják a burokfehérjét**. A **termelődött tüskefehérje – mint idegen anyag – megjelenve a szervezetben immunválaszt vált ki**, aminek részeként pl. a **B-limfociták nagy mennyiségben termelnek az idegen fehérje elleni antitesteket** (ellenanyagokat), így amikor az igazi vírus megjelenik a szervezetben az immunrendszer már azonnal felismerni a vírus tüskéjét és gyorsan megindítja a fertőzés és a betegség elleni védekezést.



2023. évi fiziológiai és orvostudományi Nobel-díjat Karikó Katalinnak és Drew Weissmannak ítelték oda a módosított nukleozidokkal kapcsolatos felfedezéseikért, amelyek lehetővé tették a Covid-19 elleni hatékony mRNS-vakcinák kifejlesztését.

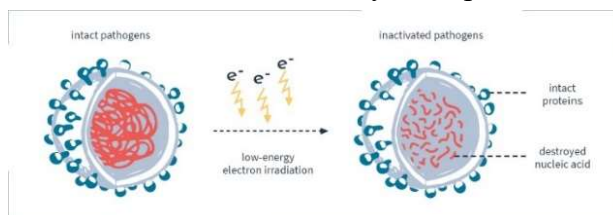
Vektor alapú vakcinák

A **vektorok – hordozók - olyan genetikai elemek, melyek képesek idegen DNS-t élő sejtbe juttatni**. Vektoroknak kiválóan alkalmasak különféle vírusok, mint pl. az **adenovírusok**, melyek meghűléses tünetekkel járó, többnyire enyhe lefolyású légzőszervi megbetegedéseket okoznak. Ebben az esetben a **humán sejtekbe a vírus tüskefehérje génjét egy genetikailag módosított – ártalmatlanított – adenovírus közvetítésével juttatják be**. A bejuttatott vírus DNS szakaszának köszönhetően sejtek tehát legyártják a tüskefehérjét, amely a fent említett módon immunizálja a szervezetet.



Inaktivált vírus alapú vakcinák

Hagyományos, régi módszer, mely szerint **inaktivált, ún. legyengített vírust juttatnak a szervezetbe, melynek felületén megtalálható burokfehérjék beindítják az immunválaszt**. Az inaktivált vírusok lehetnek genetikai anyagukban károsított vírusok, melyek szaporodni nem képesek, de immunválaszt ki tudnak váltani.



<https://drive.google.com/file/d/1eKBePNdQccDCxyBRfqm3mgY5uWIGa6SO/view?usp=sharing>

3.1.2. Prionok

A **prionok** (PrP^{Sc}) olyan **fertőző, kórokozó fehérjék**, melyek különféle **neurodegeneratív betegségek**, mint pl. emberben a Jakob-Creutzfeldt betegség (fertőző szivacsos agyvelősorvadás), **szarvasmarhákban a szivacsos agyvelősorvadás** (kergemarhakór, szivacsos agyvelőgyulladás) kialakulásában játszanak szerepet. A kórfolyamat előrehaladtával a központi idegrendszer sejtjei elhalnak, az agyban üregek jönnek létre, állománya szivacsossá válik.



A prion betegségre jellemző, hogy nincs ellenanyag termelés, nincs gyulladásos reakció, a lappangási idő évekig tarthat.

A prionoknak **nincs örökítő anyaguk, semmilyen életjelenséget nem mutatnak**, a vírusoknál is egyszerűbb képződmények. A prionok az egyébként normálisan is meglévő sejtfehérjék – celluláris prion (PrP^{C}) – szerkezetileg módosult változatai.

A **celluláris prionok** (PrP^{C}) általában idegsejtek felszínén a membránban találhatóak, az idegsejtek egészséges működésében játszanak szerepet. A normál sejtfehérjék vízoldékonyak, érzékenyek lebontó enzimekkel szemben.

A kóros prionok (PrP^{Sc}) aminosavsorrendje nem, de a **másodlagos szerkezete – konformációja – eltér a normálisan is meglévő sejtfehérjétől**, s emiatt **bontó enzimekkel szemben nem érzékenyek, vízben pedig nem oldódnak**. Feltételezik, hogy a prionok (PrP^{Sc}) a sejtekbe jutva elősegítik – katalizálják - a normális fehérjék prionná átalakulását, melyek felhalmozódva, a hidrofób felszínükkel összezsugorodva, oldhatatlan rögöket képeznek és az idegsejtek elhalását okozzák.

