

VÍRUSOK ÉS A VÍRUSFERTŐZÉSEK MEGELŐZÉSE, VÉDŐOLTÁSOK. A PRIONOK

Berencsi György, Takács Mária, Minárovits János

Összefoglalás

A vírusok, azaz autonóm extracelluláris és extrakromoszomális, vagy öröklött kromoszomális elemek, amelyek léteznek valamennyi élő egysejtes vagy soksejtes élőlényekben (archeák, prokaryoták, mycoplazmák, algák, gombák, eukaryoták). Legtöbb rendszertani egységük olyan élőlényekről kerültek át a mai élőlényekre, amelyek már régen kihaltak a világból. Egyesek ősi, valószínűleg már a sejtes élőlényeket megelőző világban is léteztek. Jelenleg a növények, állatok és emberek fertőző, autoimmun és daganatos megbetegedéseinek jelentős hányadában szerepet játszanak és jelentős szerepet játszottak az egyedfejlődés során a génátvitelben. A ma élő szervezetek jelentős része vírus és vírusgén hordozó. A vírusmentesített kísérleti állatokat „gnotobiotikus” állatoknak nevezik, de genetikai állományukban ezek is hordoznak vírusgéneket.

Definíció

A vírusok tulajdonképpen adathordozók (mint a magnetofonkazetta, a floppy-lemez, a pendrive vagy a CD). A természetben a vírusokban tárolt genetikai információt a fertőzött sejtek „játsszák le”, s ennek nemcsak az a következménye, hogy a sejtek károsodnak, hanem a kódolt genetikai információ a részecskék újratermelését is lehetővé teszi.

Biológiai nyelven megfogalmazva: *a vírusok olyan extrakromoszomális elemek, amelyeknek sejtén kívüli alakjuk is van.*

A baktériumoknak (bakteriofágok), mycoplasmáknak (mycoplasmavírusok), algáknak, gombáknak, egysejtű eukariotáknak, növényeknek és állatoknak egyaránt vannak vírusai.

Az emberi és állati vírusok szájon át, belégzéssel, vérrel, a vérszívó rovarok, rágcsálók és denevérek közvetítésével, a méhlepényen át, szülés során (perinatalisan) és nemi kapcsolatok révén fertőzhetik meg a szervezetet. Bizonyított a csírasejtekkel történő öröklődésük is.

A vírushordozók

A vírushordozók legnagyobb része észrevétlenül, tünetmentesen zajlik le. Az influenza és a hasmenést okozó gastroenteritisvírusok kivételével (amelyek a szervezetbe jutva azonnal elkezdnek szaporodni a légutak vagy a gyomor-bél rendszer nyálkahártyasejtjeiben) valamennyi vírushordozást tünetmentes *lappangási időszak* követ, amely néhány naptól akár három hónapig terjedhet. Ennek az oka, hogy a szervezeten belül 1. hosszú utat kell a vírusnak megjárnia, amíg eléri a célsejtjeit, amelyekben korlátlanul tud szaporodni; 2. a szervezet veleszületett immunitása

megakadályozza a vírus azonnali elszaporodását; 3. létre kell jönnie bizonyos immunválasznak a megbetegedés kialakulásához.

Például a májgyulladás-vírusok önmagukban nem károsítják a májsejteket. A betegség akkor alakul ki, amikor a sejtölő immunitás elkezd pusztítani a vírustermelő sejteket. Vagy a kanyaró-, a rózsahimlő- vagy a bányahimlő-fertőzést követően a vírusellenes ellenanyagok száma utoléri a vérben keringő vírusok számát, és 2–4 héttel a fertőzés után a vírus-ellenanyag komplexek hirtelen kialakulása hozza létre a kiütéseket a bőrön és a nyálkahártyákon. (Ezek heveny immunkomplex betegségek, mert az ellenanyag-vírus komplexet felveszik a makrofágok és az aktivált endothel sejtek, s az így felszabadult hisztamin és interleukinok okozzák a duzzadást és pirosodást.)

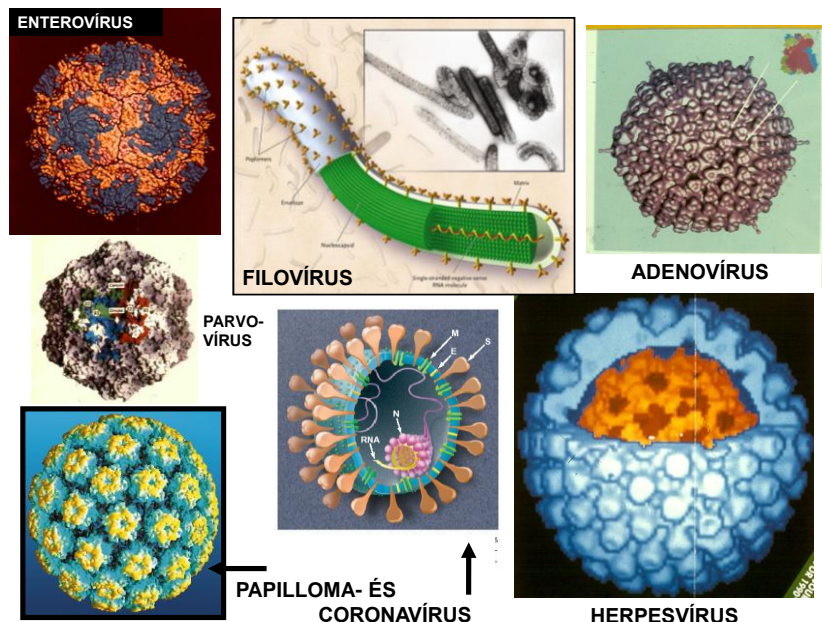
Az influenza- és a gyomor-bél rendszerben szaporodó vírusok ellenállnak az emberek veleszületett immunrendszerének. A nyálkahártyákon rengeteg sejtet képesek megfertőzni a légutakban és a bélrendszerben is. A megbetegedés tüneteit az okozza, hogy óriási mennyiségű interferon és interleukinnek nevezett (immunológiai) szabályozó fehérje szabadul fel, és ez „megmérgezi” a szervezetet. Ma ezt interleukin-cunaminak nevezik. Ettől lesz a beteg lázas, ettől van a fejfájás, gyengeség, izomfájdalom ezekben a fertőzésekben.

A vérszívó rovarok Magyarországon is okozhatnak vírus- (sárgaláz, kullancs-agyvelőgyulladás, nyugat-nílusi láz, krími-kongói vérzéses láz, bunyavírusok), baktérium- (Lyme-kór, kiütéses tífusz, tibola) és egysejtű, azaz protozoon-fertőzéseket; egyeseket csak külföldi tartózkodás során lehet megkapni (malária, álmkór, Leishmania elnevezésű betegség). Az ízeltlábúak által terjesztett vírusfertőzéseket arthropodák által terjesztett fertőzéseknek (arbovírusoknak) nevezik.

Vannak olyan vírusfertőzések, amelyek egerektől, patkányokról a beszáradt vizelettel kerülhetnek rá az emberre, ezeket a vírusokat robovírusoknak (rodent-born) nevezik.

Agyhártagyulladást (LCM-vírus), agyvelőgyulladást (parechovírusok), vérzéses lázat vesebetegséggel (hantavírusok), egértífusz-baktériumot (*Salmonella typhi murium*) és leptospirosist (*Leptospira* baktérium) lehet kapni rágcsálóktól (1. ábra).

1. ábra. Vírusok szimulációs ábrázolása (A HIV/AIDS vírus, a rotavírus, az influenza orthomyxovírus, a kanyaró paramyxovírus és a herpeszvírus vázlatos szerkezete.)

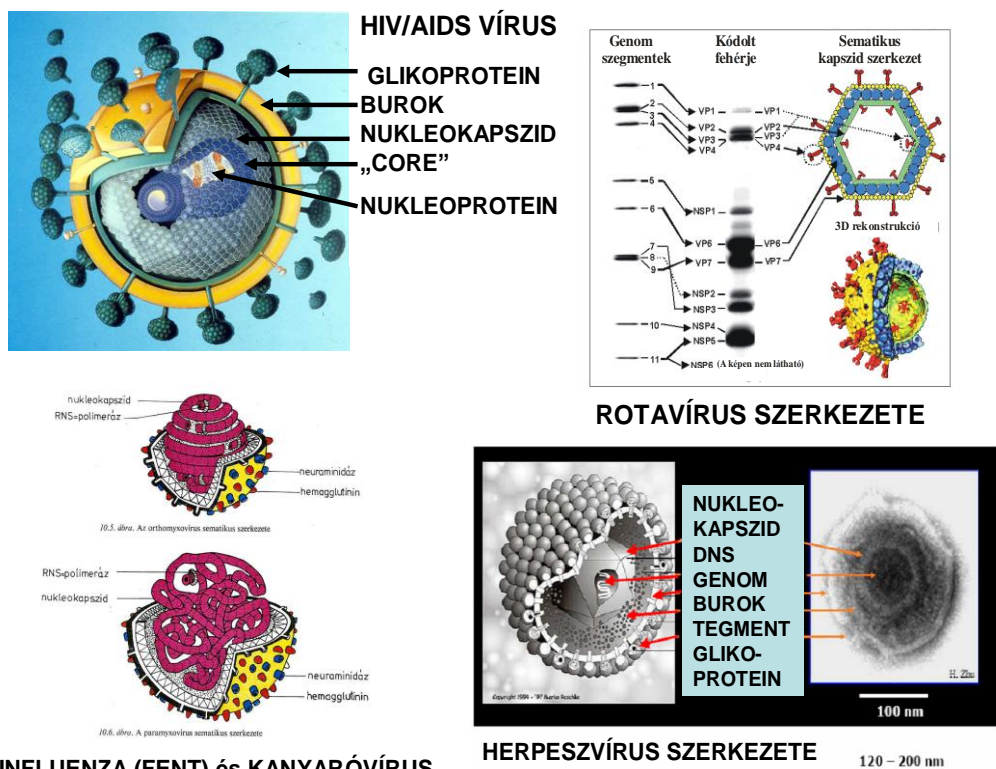


Különösen veszélyesek a macskák és a nyers húsok, mert ezektől toxoplazmózist lehet kapni. Ez olyan egysejtű, amely átmegy a méhlepényen, és a magzatkárosító hatású. Az anya vérében levő ellenanyagok megvédik a magzatot a megbetegedéstől. Egyes országokban és néhány magyarországi

megyében toxoplazma és humán cytomegalovírus antigénnel is megsűrít a terhes asszonyokat, hogy kizárják a fertőzés lehetőségét.

A szerelem és a kábítószer terjeszti a legveszélyesebb vírusbetegségeket

A 20. század járványa a HIV/AIDS, ma több mint 40 millió ember fertőzött a vírussal. A herpeszvírusok egy részét is így kapják az emberek. Az ajak-, illetve nemi szervi hólyagos betegséget, valamint a fehérvérsejtben lappangó herpeszvírusokat (HCMV, EBV, HHV-6, HHV-7 és Kaposi-szarkóma) csókkal vagy nemi kapcsolat során lehet megkapni. Nemi úton és kábítószerrel terjednek a májgyulladásvírusok B és C típusai, valamint az emberi fehérvérüségét okozó vírusok (HTLV-1-4). Ezek ellen a fertőzések ellen az óvszer használata bizonyos védelmet jelent. Nem véd azonban az óvszer a szemölcsvírus- (papillomavírus-) fertőzések ellen, amelyeknek ma már mintegy 150 altípusát ismeri a tudomány (2. ábra).



2. ábra. A HIV/AIDS-vírus, a rotavírus, az influenza orthomyxovírus, a kanyaró-paramyxovírus és a herpeszvírus vázlatos szerkezete

Nemi kapcsolat során kínzóbaktérium- (*Gonococcus*- és *Chlamydia*-) és protozoon- (*Trichomonas*-) fertőzés is átvihető (ezek a fertőzések kábítószerrel nem terjednek).

A felsorolt vírusokkal az a probléma, hogy a fertőzés után az emberek egész életen át hordozzák ezeket a vírusokat. Évtizedes vírushordozás után rosszindulatú daganatok keletkeznek a következő vírusoktól (EBV-herpeszvírustól fehérvérsejt daganatok, Kaposi-szarkóma-herpeszvírustól érdaganatok, a B- és C-májgyulladás vírusától májrák, a szemölcsvírusoktól méhnyakrák, és

bőrrákok, a HTLV-től fehérvérűség). Ezeknek a vírusoknak az a másik jellemzőjük, hogy a terhesség során az apai fehérjéket is hordozó magzatot az anyai immunrendszer sejtölő hatásával szemben védő immunológiai változások lehetővé teszik a lappangó vírusok szaporodásának tünetmentes elindulását.

A vírusok átkerülhetnek a magzatba a méhlepényen keresztül (vertikális fertőzés). A terhesség első felében sokszor károsodnak a magzatok. A terhesség második felében a magzat nem lesz beteg, de a magzati immunrendszer megismerkedik a vírusantigénekkal, és később károsodások keletkezhetnek. Kezelés nélkül a HIV/AIDS-fertőzött anyák újszülöttjeinek kezelés nélkül legtöbbje gyermekkorában meghal AIDS-betegségben.

A szüléskor a vírusok ráragadhatnak az újszülöttre (perinatalis fertőzés), ezért a vírusantigénre iránt még ekkor is immuntolerancia alakulhat ki. Az újszülött egész életén át védtelenné válik a vírus ellen. Így hordoznak májgyulladásvírusokat az emberek. Élettársuk megbetegszik a vírustól, és gyermekeik szintén hordozóvá válnak a szülés során kapott perinatalis fertőzéstől (májgyulladásvírusok, HTLV).

Egyes országokban 5-10 millió lakos hordozza a májgyulladás vírusokat és a HTLV-t.

A vírusfertőzések megelőzése

A vírusfertőzések **megelőzése** lehetséges az **alapvető tisztasági (higiénés)** rendszabályok betartásával. Soha ne a beteg menjen a gyógyszert kiváltani a gyógyszertárba. Fertőző betegségek esetén érdemes az orvost kihívni, nem pedig elmenni a várószobában ülni és a többi embert megfertőzni. Aki lázas beteg az dolgozni se menjen. A munkaadónak sem jó, hogy a többi dolgozó is megkapja a fertőzést.

A kézmosás, a kézfertőtlenítés vécéhasználat után és étkezés előtt, illetve hazaérkezés után a lakásban nagyon fontos. Aki náthás vagy beteg, ne látogasson meg kórházban fekvő betegeket. Ha valakinek hasmenéssel, hányással járó betegsége volt, érdemes a kilincseket, vécéle húzókat hipóval fertőtleníteni a gyógyulás után. A hipó valamennyi kórokozót elpusztítja. A ruhákat a mosógépben fehérítő mosószerrel érdemes kimosni, mert a fehérítők is megölik a kórokozókat.

Védőoltások

A fertőző betegségek igazi megelőzését azonban az aktív védőoltások jelentik. A védőoltás azt jelenti, hogy a gyermekek immunrendszerének megmutatjuk azokat a kórokozókat, amelyek számukra később megbetegedést okozhatnának. A védőoltás az immunrendszer iskolája. Ennek során rávesszük a szervezetünk egytized részét kitevő immunrendszert, hogy termeljen ellenanyagokat és memóriasejteket ezek ellen a kórokozók ellen, mert később, ha élő vad mikroorganizmusok jelennek meg a szervezetben, akkor ezek ellen is hatékony védelmet biztosítanak és az immunrendszer válasza a fertőzést követően két hét helyett már egy hét múlva felerősödik.

Már a születés napján kapnak a *májgyulladás B vírusát* hordozó édesanyák újszülöttjei védőoltást. A születés napján az egyik combba vírusellenes ellenanyagot kapnak, amely megköti az édesanyáról a szülés során a csecsemőre ragadt vírusokat. A másik combba génebeszeti módszerrel készített védőoltást kapnak, ez lehetővé teszi, hogy saját védetségét (immunitást) alakítsanak ki. Ennek a kezelésnek az az eredménye, hogy százból legfeljebb egyetlen gyermek lesz vírushordozó a perinatalis vírushordozás következtében.

Még a születés utáni első hetekben *BCG-oltást* kapnak a csecsemők. Ez az oltás csak azt éri el, hogy a tüdőbaj kórokozója nem tud elterjedni a gyermekek szervezetében. Esélyt ad a szervezetnek, hogy fertőzés esetén az immunrendszer becsomagolja a TBC-baktériumokat a fertőzést követően, és időt adjon a kezelésre és a gyógyulásra a fertőzötteknek. Ennek természetesen az a feltétele, hogy időnként elmenjenek az emberek tüdőszűrésre, mert másként nem lehet észrevenni, ha valaki megbetegedett.

Ezután lehet védőoltani a csecsemőket 3, 4 és 5-6 hónapos korukban élő *rotavírus-védőoltással*, amely megakadályozza, hogy megbetegedjenek a gyomor-bél fertőzést okozó vírusoktól. Ezután elölt vírus- és baktérium-alkatrészeket tartalmazó védőoltással oltják be a gyermekeket *Haemophilus* baktérium, *torokgyík* (diftériabaktérium), *merevgörcs* (tetanuszbaktérium), *szamárköhögés* (*Bordetella* baktérium) és a *gyermekbénulás-vírusok* ellen.

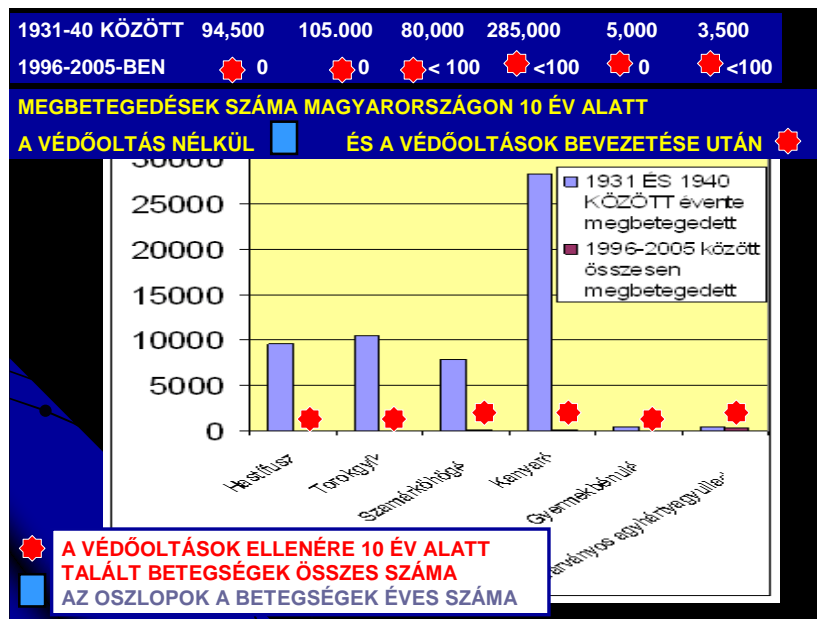
A 15 hónapos gyermekek gyengített élő védőoltásokat kapnak *kanyaró, rózsahimlő és fültőmirigy-gyulladás* ellen.

Szülői kérésre kétéves koruk előtt a gyermekek *gennyes agyhártyagyulladás* ellen is kaphatnak ingyenes, kémiai anyagokat tartalmazó védőoltást 2009 óta.

Emlékeztető oltásokat kapnak a gyermekek 18 hónapos és 6, valamint 12 éves korukban is. 2002 óta pedig 13 éves korukban a *B típusú májgyulladás* ellen kapnak génebeszeti módszerrel előállított védőoltást, hogy nehogy a külföldről behurcolt vírusok rákkeltő változatai bekerülhessenek az országba.

Létezik védőoltás az *A típusú májgyulladás (HAV)* vírusa ellen is, de ezt mindenkinek magának kellene megvennie. Ingyenesen a *HAV* védőoltás csak árvizeg után vagy járványveszély alkalmával jár. Elölt vírusokat tartalmazó védőoltás létezik a *kullancs terjesztette agyvelőgyulladás* megelőzésére. Ahhoz, hogy az ember hosszabb védetségre tegyen szert, 3 adagot kell kapnia az elölt vírust tartalmazó védőoltásokból. Idős korban a *gennyes agyhártyagyulladás* ellen pénzért megvehető védőoltás is kapható (*Pneumococcus* baktérium). Élő gyengített védőoltást lehet kapni a *bárányhimlő* megelőzésére. Az Afrikába, illetve Latin-Amerikába utazóknak pedig indokolt az élő gyengített védőoltást kapni *sárgaláz* ellen.

A védőoltások hatására kapott védetség eredményességét mutatja az *3. ábra*.

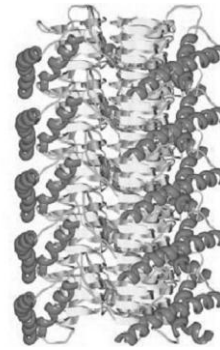


3. ábra. A hastífusz, a torokgyík, a szamárköhögés, a kanyaró, a gyermekbénulás és a gennyes agyhártyagyulladás következtében megbetegedett gyermekek száma 1931-től 1940-ig a mai Magyarország területén, valamint 1996-tól 2005-ig, amikor a gyermekeket már védőoltásban részesítették. Gyakorlatilag a gennyes agyhártyagyulladásán kívül mindegyik betegség eltűnt az országból. Alapvető jelentőségű, hogy minden gyermek minden védőoltást megkapjon

Az *influenza-védőoltás* is elölt vírusokat tartalmaz. A vírus azonban változékony, ezért minden évben új védőoltást kell előállítani. Mindenkinek, akinek szervi betegsége van (szívbetegség, asztma, cukorbetegség), vagy 60 évnél idősebb, minden szeptemberben újabb védőoltást kellene kapnia. Különösen fontos azoknak az édesanyáknak a védőoltása, akiknek a terhessége influenza-járványos időre esik. Bizonyítást nyert, hogy ha a terhes asszony influenza megbetegedésen esik át, akkor az újszülöttek magzati károsodásai 3-4-szer gyakoribbak, mint influenza fertőzés nélkül.

A prionok

A prionok nem vírusok, hanem fertőző fehérjék. Minden emlősnek, az embernek is van „prion”-génje. A PrP^C normális fehérjebontó enzimek iránt érzékeny fehérjét kódol, amelyek a sejtmembránban helyezkednek el. A polipeptidlánc fele a sejten kívül helyezkedik el, kettősével (dimer). A „beteg” fehérjében (4. ábra) a csavarhúzó alakú (lila) darabok összelapulnak, mintha rálépett volna valaki, és ha sérülés vagy táplálék útján ilyen lemezzé lapult hibás molekula jut a szervezetbe, akkor a párképződés során ezek összekapcsolódnak az addig egészséges szervezet PrP^C molekuláival, és összelapítják azokat is. Ez az összepréselődés dominószzerűen tovaterjed az egészséges sejtthártyákon. Ennek a folyamatnak az eredményeképpen PrP^S (súrlókórprión) keletkezik, ami az egyén agysorvadását okozza.



4. ábra. Prionok: balra az egészséges fehérjeláncok rugószerű szerkezete, jobbra az egyik „rugó” összelapul, a „beteg” fehérjék pedig szétválaszthatatlanul összeragadnak

A betegek azért halnak meg, mert az összelapult fehérje-rudacskákat az enzimek nem tudják lebontani. A sejtekben addig szaporodnak az emészthetetlen törmelékek, amíg a sejt elpusztul. Az elhalt agysejtek helyén lyuk marad. Ezért nevezik a betegséget szivacsos agyvelősorvadásnak.

Mivel a kóros fehérje az ember saját normális génjének a terméke, nem mindegy, hogy beteg embertől vagy beteg állattól kapjuk-e a fertőzést. Az emberevők *kuru*, a sérülést követően pedig *Creutzfeldt–Jacob-kór* (CJD) nevű betegséget kaptak, és egy éven belül biztosan eljutott a dominólánc az agyba, az áldozatok pedig elhunytak.

Ha birkától (surlókór), szarvasmarhától (szivacsos agyvelőgyulladás) vagy más állatoktól származik a fertőzés, akkor a betegek hosszabb ideig élnek (variáns CJD), mert a fehérje-átalakulás lassabban megy végbe az eltérő génszerkezet miatt.

Egyes, mutációkkal rendelkező emberek esetében (pl. metionin helyett 129-es valin) akár egy évtizeddel is megrövidítheti a beteg életét, ha a fertőzés szájon át történt. A prionbetegségek egyik formája, a halálos családi álmatlanság így alakul ki, mert a prionfehérjék fertőzés nélkül is eltorzulnak a családtagokban.

Létezik sporadikus agyvelősorvadás is. A véletlenszerűen, nem fertőzéstől kapott, sporadikus agyvelősorvadásnak (CJD) genetikai okai lehetnek. A priongénnek olyan szakasza van, amelyben nyolc kódszó ismétlődik. Ez az oktapeptid ismétlődés normálisan 3-4 példányban van jelen. Ha a szülői kromoszómák nem egyenlően kereszteződnek a zigótában, előfordulhat, hogy valamelyik kromoszómában több mint 4 ismétlődés alakul ki, ami biztosan a szivacsos betegség kialakulásához vezet. Az ilyen beteg fehérjéje is fertőző fehérje a betegség kezdetétől számítva.

Az alakváltoztató, priorszerű fehérjék a gombákban alakultak ki az evolúció során. Újabban feltételezik, hogy a gombákban még fehérje-fehérje kódolás is előfordulhat. Azt azonban még soha nem figyelték meg, hogy egy gombafehérje emlősöknél prionbetegséget indított volna el.

IRODALOM

Berencsi Gy.: Kinek ártanak a vírusok? SubRosa Kiadó, Budapest, 1995.

Berencsi Gy.: Egyéb intrauterin vírusfertőzések. Szülészeti genetika 2. kiadás, szerk.: Papp Z., Medicina, Budapest, 1995.

Berencsi Gy.: Állatokról emberre terjedő vírusfertőzések. Mikrobiológia és járványtan (Szerk.: Jurányi R.) Medicina, Budapest, 1996.

Berencsi György szerk. (2005): Orvosi molekuláris virológia, Convention Budapest Kft.

Jurányi Róbert szerk. (2005): A fertőző betegségek járványtana. Semmelweis Egyetem, Egészségügyi Főiskolai Kar, Budapest.

Takács Mária szerk. (2011): Klinikai virológia. Vox medica Kiadó, Budapest.

SZÓSZEDET

AIDS: heveny immunhiány tünetcsoport (acute immunodeficiency syndrome)

Antionkogének: A gezdesejtek osztódását serkentő gének fékjei (gátló anyagai);

Arbovírusok: ízeltlábúakban szaporodóképes vírusok (szúnyog: Flavivírusok, Togavírusok; kullancs: agyvelőgyulladás és krími-kongói vérzések, stb.). Ha a vírus nem tud szaporodni az ízeltlábúban, akkor emberi fertőzést sem okozhat. Ezért nem terjednek a HIV/AIDS, a humán T-sejtes fehérvérűség és a májgyulladás vírusok vérszívók közvetítésével.

ATL: felnőtt T-sejt limfóma (adult T-cell Lymphoma)

BCG oltás: a gyermekek tüdő tuberkulózisát kivédő „Bacillus Calmette-Guerin”;

EBV: Epstein-Barr vírus (afrikai Burkitt lymphomát és nasopharingeális rákot okozó herpesvírus)

HCMV: humán citomegalovírus (herpesvírus 5)

HIV: emberi immunhiány vírus (acute immunodeficiency virus)

HTLV: emberi T-sejtes leukémia/lymphoma vírus (human T-cell lymphoma virus)

Immunkomplex: antigének (vírusrészecskék) és IgG, IgM valamint IgA típusú ellenanyagok csapadéka, vagy szuszpenziója;

Immuntolerancia: ha a magzati immunrendszer találkozik egy vírussal, az ellen nem, vagy csak nehezebben képes védekezni;

Interferon: alfa, béta, gamma a veleszületett immunitás védőanyagai a vírusfertőzések kezdetén.

Interleukinek: a fehérvérsejtek által termelt szabályozó anyagok, amelyek az immunrendszer védekező lépéseit szabályozzák.

Lappangási idő: a „soksejtű” ember és a kórokozó találkozása után a betegség tünetei csak késve jelennek meg, mert idő kell a kórokozó elszaporodásához.

Lysogén bakteriofág: a bakteriofág DNS genomja beépül a baktérium DNS-ébe és a kiszabadulás és fágszaporodás csak külső kémiai vagy fizikai behatások következtében kezdődik meg;

Minikromoszóma: a lappangó vírusok a gazdasejt hisztonjaiból nukleoszómákat képeznek, és így észrevétlenül együtt élnek a sejtekkel azok haláláig (polyoma, papilloma, herpes és parvovírusok).

miRNS: szabályozó kis ribonukleinsav molekulák, amelyek a messzenzsmer RNS leolvasást képesek serkenteni, vagy gátolni. Jelentős szerepük van a daganatkeletkezésben is.

Onkogének: a gazdasejtek szaporodását szabályozó (serkentő) fehérjék génjei

Perinatális fertőzés: ha a kórokozó a szülés során ragad rá az újszülöttre, vagy szoptatás során az anyatejjel fertőződik meg az újszülött (herpesvírusok, papillomavírusok, HIV/AIDS vírus, enterovírusok stb.)

Prion: kizárólag megváltozott fehérjéből („protein only”) álló fertőző anyag, amit a fehérjebontó enzimek nem tudnak felszámolni.

Prodromális tünetek: a vírus elszaporodása 4-6 nap alatt előzetes tünetegyüttest okoz. A valódi megbetegedés a fertőzött egyének egy részében az immunválasz kezdetekor a fertőzést követő 2.-3. héten alakul ki.

Provírus: az exogén retrovírusok a fertőzés után beépülnek a gazdasejt valamelyik kromoszómájába, és a sejt vagy az egyed haláláig bennük maradhatnak;

Robovírusok: rágcsálók által terjesztett vírushatások, amelyek a rágcsálót nem, de az emberek egy részét megbetegítik (Hantavírusok, limfocitás choriomeningitis vírus; Lassavírus)

Rotavírus: járványos őszi-téli hasmenést okozó, igen ellenálló vírus;

SARS: súlyos heveny légúti kórkép (severe acute respiratory syndrome) amit denevérekből származó Coronavírus okoz

Vertikális fertőzés: ha a kórokozó a csíasejtekkel, vagy a méhlepényen átjutva fertőzi meg a magzatot (papillomavírusok, polyomavírusok, herpesvírusok, HIV/AIDS vírus, humán parvovírus, Torqu-teno vírus, stb.)

Védőoltások: elölt, vagy gyengített vírusokat tartalmazó készítmények, amelyek az immunrendszert felkészítik a később bekövetkező fertőzés leküzdésére.

Vírus: sejten kívüli alakkal is rendelkező fertőző kromozómától független genetikai csomag;

Vírus replikáció (szaporodás): a vírusok kizárólag élő prokaryionta vagy eukaryonta sejtekben képesek szaporodni.