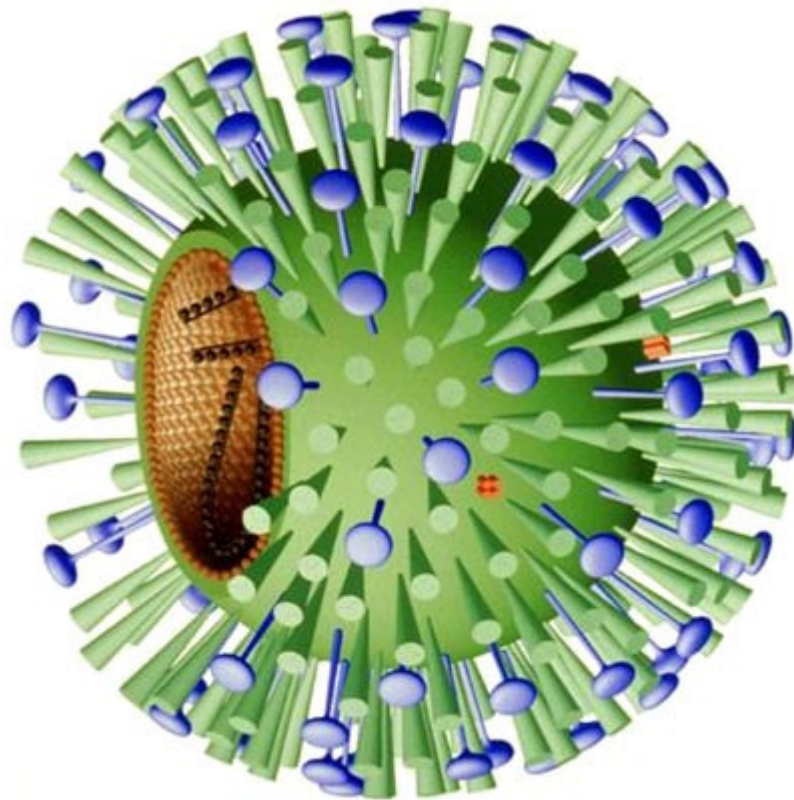




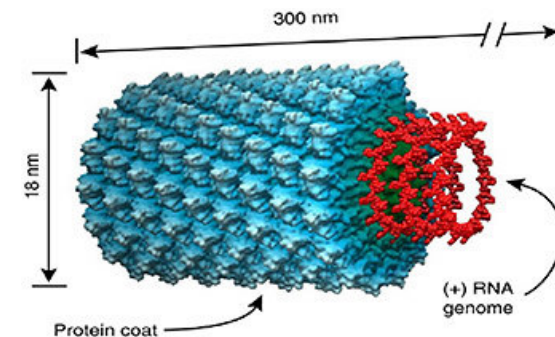
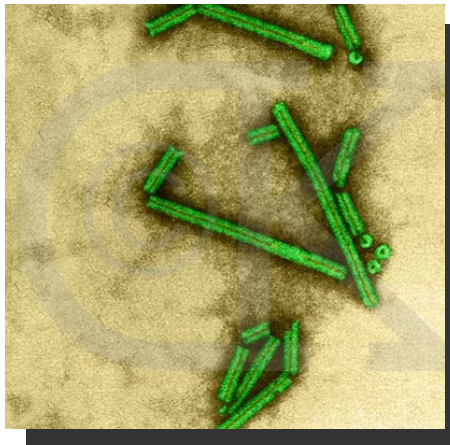
BIOLOGIE

VIRY

Petra Lysková

HISTORIE

- 1877-1895 Louis **PASTEUR** – zakladatel mikrobiologie
- 1890 Dimitrij **IVANOVSKIJ** a Martinus **BEIJERINCK**
 - první virus = virus tabákové mozaiky



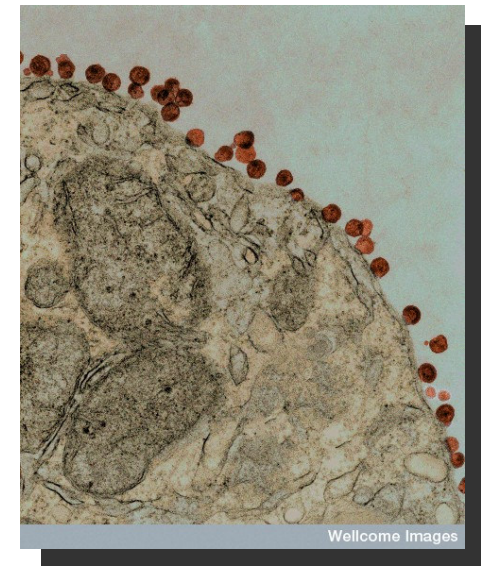
HISTORIE

- 1898 Friedrich **LOEFFLER** a Paul **FROSCH**
 - první virus obratlovců = původce slintavky a kulhavky
- 1901 Walter **REED**
 - první lidský virus = virus žluté zimnice
- 1915-1917 Frederick **TWORT** a Félix **d'HÉRELLE**
 - viry bakterií = bakteriofágy
- 1939
 - první elektronoptické snímky viru tabákové mozaiky



ÚVOD A HISTORIE

- 40. léta 20. století
 - rozvoj kultivace virů na buněčných kulturách
- 1978 Frederick **SANGER**
 - sekvenace prvního virového genomu
- 1983 Kary **MULLIS**
 - poprvé provedl PCR
- 1983 Luc **MONTAGNIER**
 - virus HIV-1 = původce onemocnění AIDS



CO JSOU TO VIRY ?

- **virologie**
- od ostatních organismů se **liší**
 - nejsou organizovány jako buňky, ale jako částice = **viriony**
 - obsahují jen jediný typ nukleové kyseliny
 - nemnoží se dělením, ale syntézou svých složek
 - v této syntéze jsou závislé na ribozomech hostitelské buňky



CO JSOU TO VIRY ?

- dvě etapy životního cyklu

- mimo hostitelskou buňku

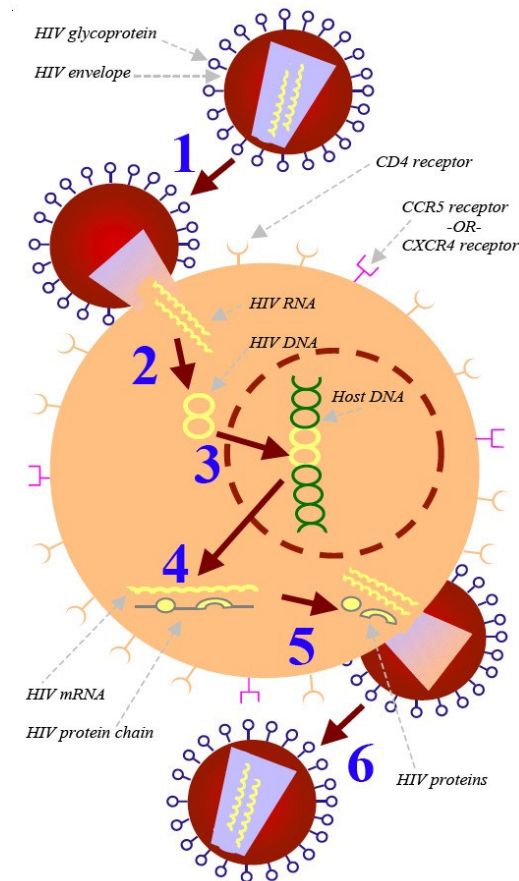
- metabolicky **neaktivní**

přenos do dalšího hostitele

- uvnitř hostitelské buňky

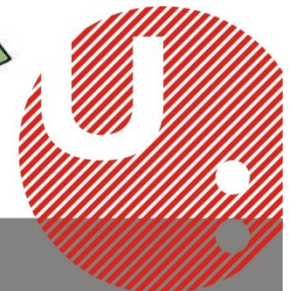
- metabolicky **aktivní**

výstavba nových virionů



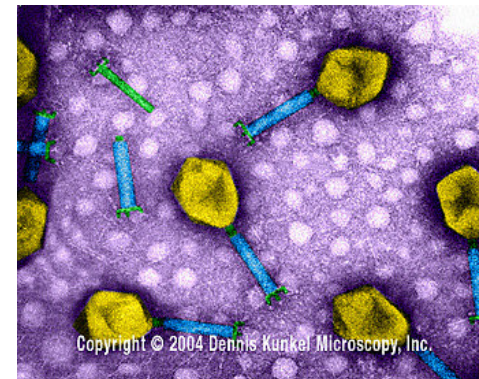
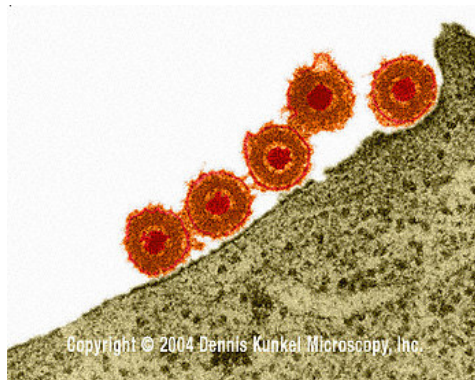
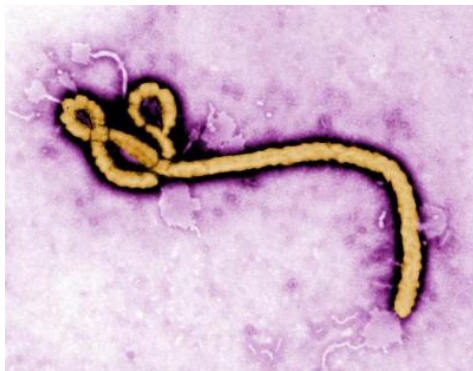
PŮVOD VIRŮ

- tři teorie
 - **paralelní** teorie - vznik a vývoj paralelně s vývojem primitivních buněk
 - **regresivní** teorie - degenerované bakterie, které ztratily většinu buněčných funkcí
 - **celulární** teorie - buněčný genetický materiál, který se naučil přežívat mimo prostředí buňky



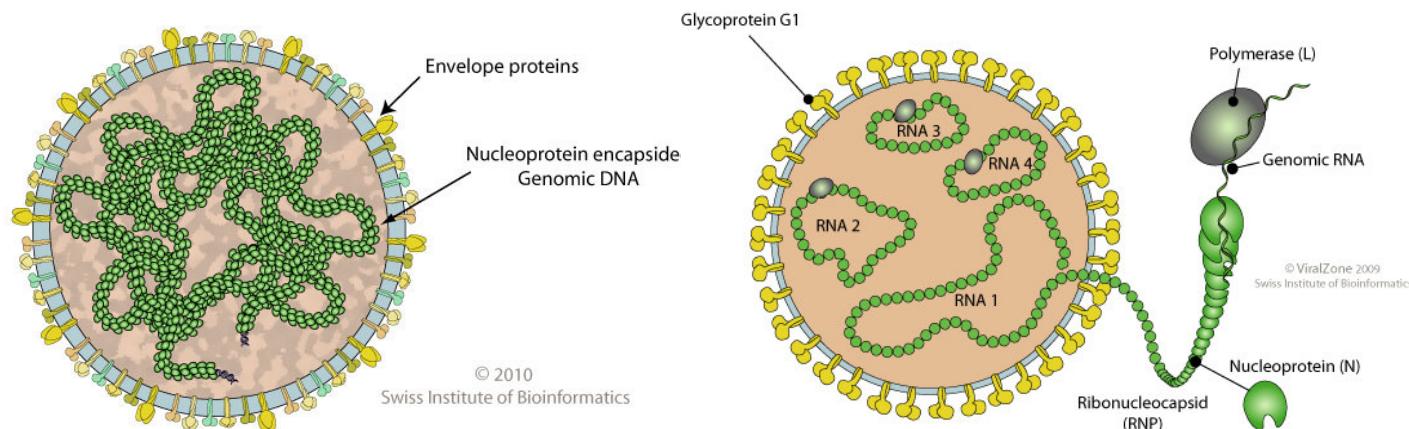
STRUKTURA VIRŮ

- tvar virů je rozmanitý
- velikost je různá
 - největší poxviry - 300 nm
 - virus chřipky - 100 nm
 - nejmenší živočišné viry - pikornaviry - 20 nm



STRUKTURA VIRŮ

- nejdůležitější část - **nukleoid** = genom viru
 - obsahuje nukleovou kyselinu
 - obvykle lineární uspořádání (vzácně cirkulární)
 - velikost genomu DNA virů obvykle větší než RNA virů
 - genom haploidní (výjimka RETROVIRY)
 - genom souvislý nebo segmentovaný (**rekombinace!**)



STRUKTURA VIRŮ

- DNA viry
 - DNA se dvěma komplementárními vlákny (=dsDNA)
 - vzácněji jednovláknitá DNA (=ssDNA)
- RNA viry
 - jedinečné; ↑ sklon k mutacím – evoluční výhoda
 - jednovláknitá RNA (=ssRNA)
 - RNA s pozitivní polaritou = (+)ssRNA
 - charakter mRNA, v extrahované formě infekční!!!
 - RNA s negativní polaritou = (-)ssRNA
 - nutný přepis do podoby mRNA virovou RNA polymerasou



STRUKTURA VIRŮ

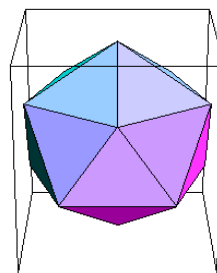
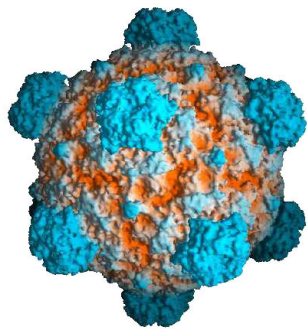
- kapsida

- chrání nukleovou kyselinu
- sestavena z opakujících se bílkovinných podjednotek = **kapsomer**
- kapsomery se samy přikládají jedna k druhé a sdružují se ve vyšší útvary
- typ symetrie, podle které se řídí uspořádání kapsomer – kapsida kubická a spirální nebo komplexní



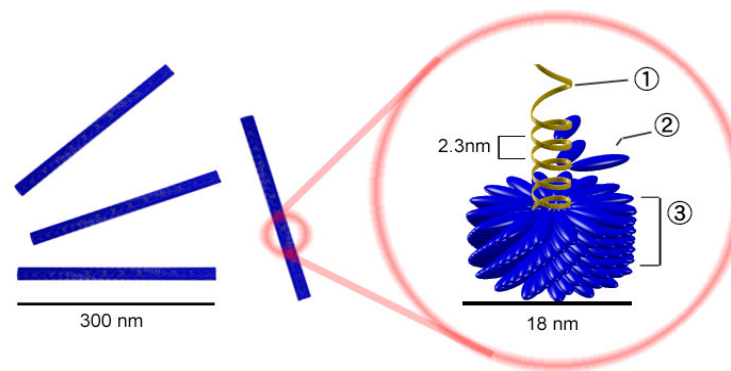
STRUKTURA VIRŮ

- kapsida s **kubickou** (ikosaedrální) symetrií
 - tvar pravidelného dvacetistěnu (12 vrcholů a 20 stěn tvaru rovnostranného trojúhelníka)
 - většinou kulovitý vzhled, ale dvacetistěn lze v uspořádání vždy odkrýt
 - ve vrcholech dvacetistěnu bývají pětice kapsomer, na hranách a stěnách pak jednotky šestičlenné



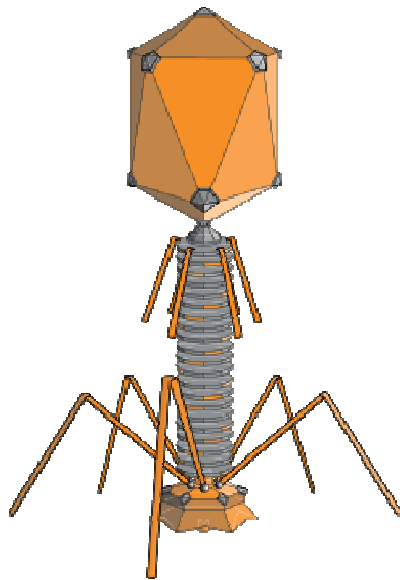
STRUKTURA VIRŮ

- kapsida se **spirální** symetrií
 - nukleotid a kapsida se nedají dobře rozeznat
 - nukleokapsidu tvoří závitnice vlákna nukleové kyseliny těsně obložená bílkovinnými kapsomerami
 - vzhled dutého válce připomínajícího hadici vysavače



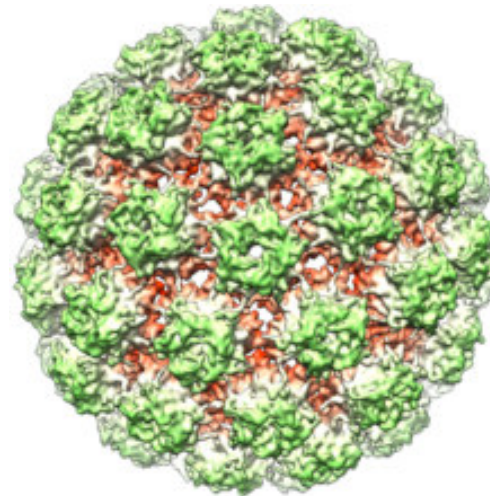
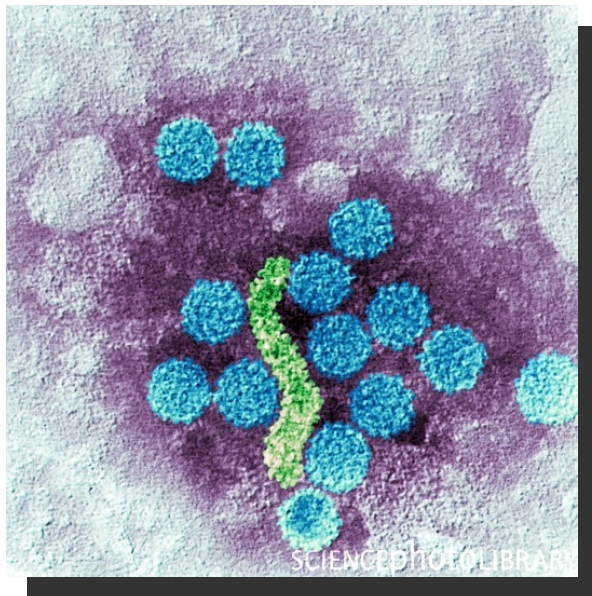
STRUKTURA VIRŮ

- kapsida s **komplexní** symetrií
 - pokud nelze přiřadit k předchozím modelům
 - např. bičíkaté bakteriofágy - hlavička je stavěna na základě kubické symetrie, bičík má symetrii spirální



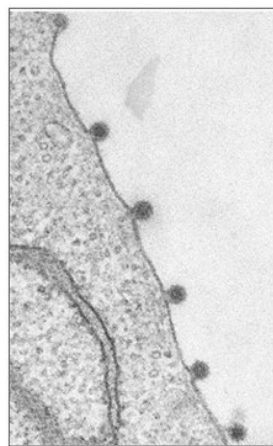
STRUKTURA VIRŮ

- nukleoid + kapsida = **nukleokapsida**
- viriony nejjednodušších virů – holé nukleokapsidy = tzv. **neobalené viry** (PAPILOMAVIRY)

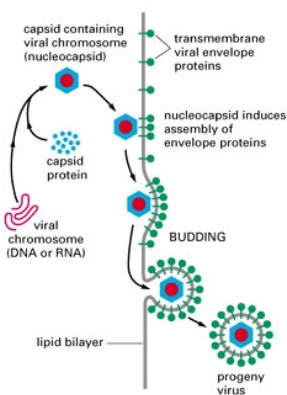


STRUKTURA VIRŮ

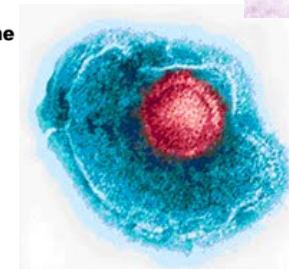
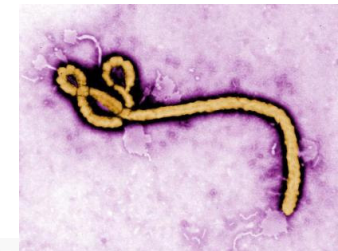
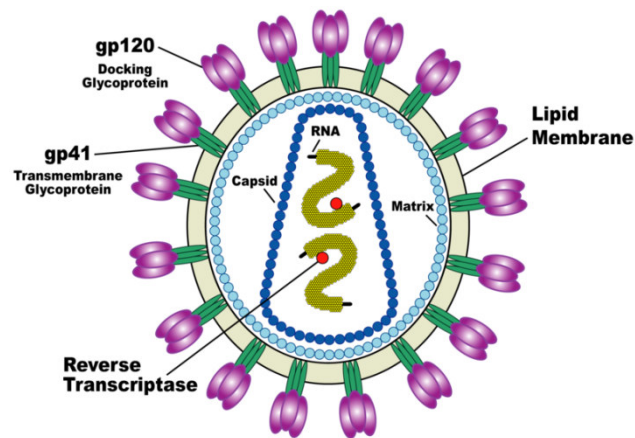
- **obalené viry** - nukleokapsida uložena ve virovém obalu (FILOVIRY)
 - obal = lipidová dvojvrstva obsahující glykoproteiny
 - **glykoproteiny** → řada základních funkcí
 - **matrix (M) protein** - zesiluje lipidový obal viru



(A) 100 nm

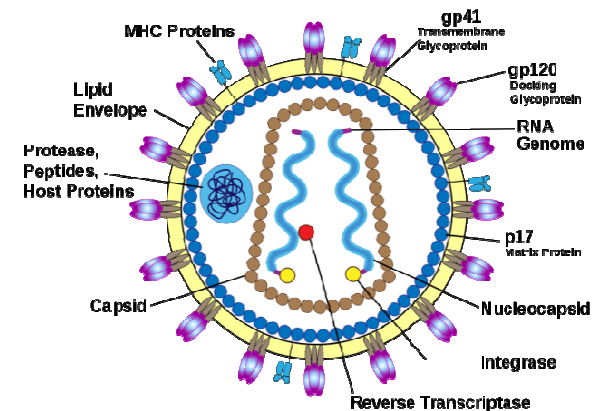


(B)



CHEMICKÉ SLOŽENÍ VIRU

- virový genom - nukleová kyselina (DNA x RNA)
- virové glykoproteiny
- obalové lipidy viru
- virové proteiny
 - strukturální – tvoří nukleokapsidu
 - nestrukturální – enzymy nebo proteiny s regulační funkcí
 - neuraminidasa, DNA polymerasa
 - reverzní transkriptasa



INAKTIVACE VIRŮ

- odolnost virů závisí na jejich stavbě a na charakteru prostředí
- neobalené viry
 - odolnější vůči zevnímu prostředí
 - přenos infekce může být kromě přímého kontaktu se zdrojem nákazy také kontaminovanými předměty, vodou nebo potravou
 - odolávají kyselému pH žaludku



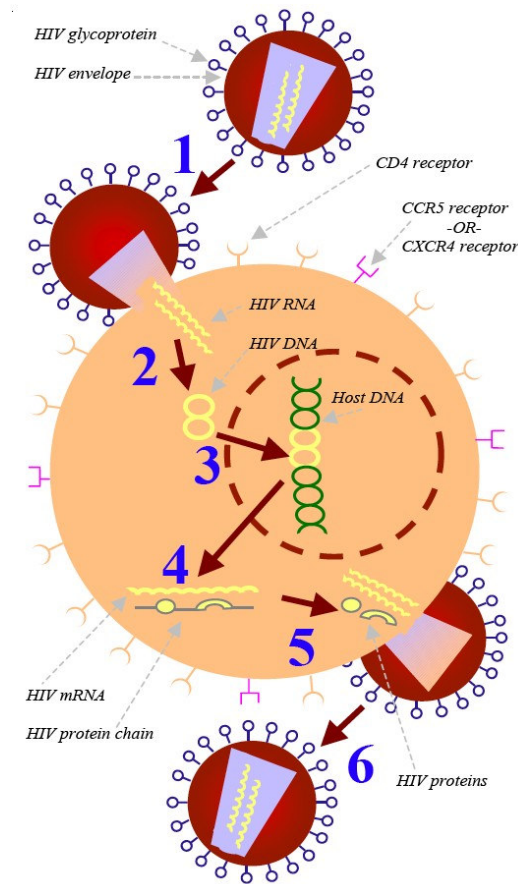
INAKTIVACE VIRŮ

- obalené viry
 - citlivější z fyzikálním a chemickým vlivům
 - přenáší se přímým stykem se zdrojem nákazy
- prostředí s bílkovinami
- teplota
- UV a ionizující záření
- vysychání
- chemické prostředky



MNOŽENÍ VIRŮ

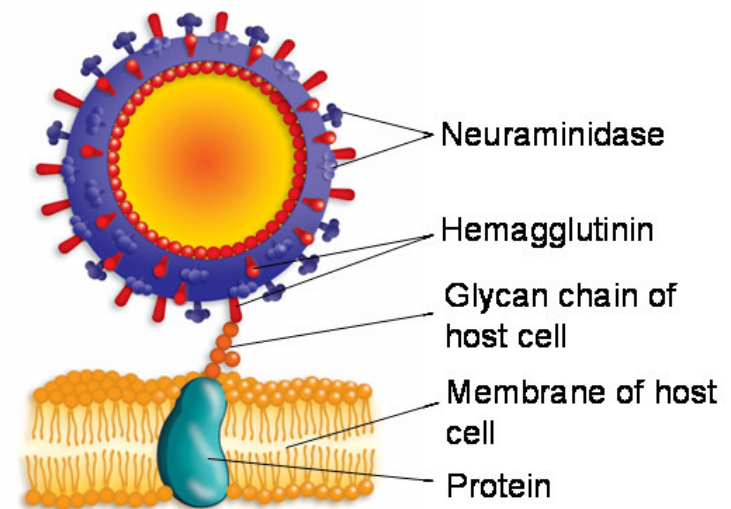
- striktně intracelulární parazité
- viry se množí ve vnímavých (permisivních) buňkách
- reprodukční cyklus
 - adsorpce na povrch vnímavé buňky
 - penetrace = vstup do buňky
 - obnažení genomu
 - replikace virového genomu
 - transkripce a translace strukturálních proteinů
 - maturace a uvolnění virionů



FÁZE ADSORPCE

- determinanty na povrchu viru (**ligandy**) + s receptory na cytoplasmatické membráně hostitelské buňky
- chřipkové viry + receptory sousedících erytrocytů → hemaglutinace
- počet specifických receptorů na jedné buňce $\sim 10^2$ - 10^5

Influenza A virus infects a host cell



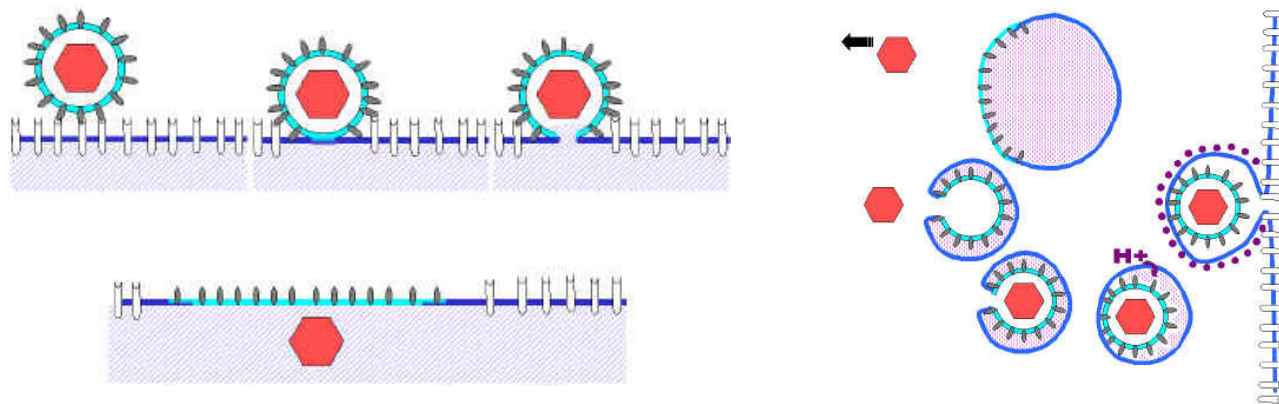
FÁZE ADSORPCE

- přítomnost nebo nepřítomnost receptoru na povrchu hostitelské buňky – tkáňový nebo orgánový **tropismus**
- rychlost adsorpce je různá
- viry využívají za receptory povrchové struktury sloužící hostitelské buňce k vazbě hormonů
- dvě fáze
 - **nespecifická** – vratná; elektrostatické síly rozdílných nábojů na povrchu viru a hostitelské buňky
 - **specifická** – nevratná; zapojuje se postupně více receptorů ze strany viru a buňky



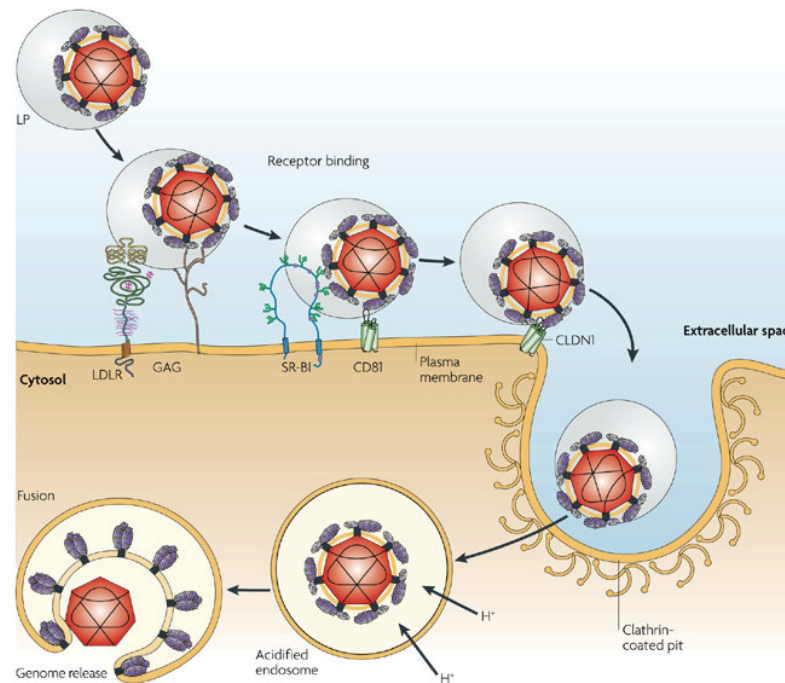
FÁZE PENETRACE

- **translokace** (neobalené viry)
 - celé viriony prochází přes membránu
- **endocytóza** (obalené i neobalené viry)
 - aktivní pohlcení virionu buňkou – vezikuly v cytoplasmě
- **přímá fúze** (obalené viry)
 - splynutí s buněčnou membránou



OBNAŽENÍ GENOMU

- úplné nebo částečné odstranění kapsidy
- nutné pro zahájení transkripce virové nukleové kyseliny
- probíhá
 - ve vezikulách
 - v cytoplasmě
 - v jádře
- virus se „ztrácí“ = fáze eklipsy



Nature Reviews | Microbiology



REPLIKACE GENOMU

- virová nukleová kyselina se podřídí metabolismu buňky
- vzniká ↑ virionů – identické s infikujícím virem
- proces ve dvou etapách
 - replikace virového genomu
 - transkripce mRNA s následnou tvorbou proteinů
- průběh závisí na
 - typu NK, počtu vláken, celistvá vs. segmentovaná formě
 - lineární vs. cirkulární formě genomu
 - schopnost reverzní transkripce



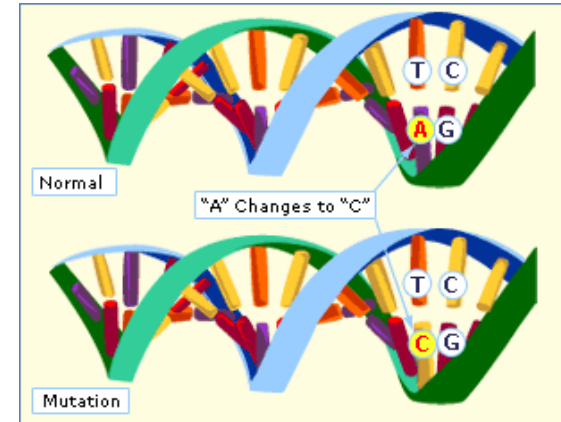
MATURACE A UVOLNĚNÍ

- neobalené viry
 - strukturální proteiny migrují do místa replikace genomu
 - spontánně asociují → kapsida obsahující NK
 - hromadění v cytoplasmě nebo jádře → lýza → uvolnění
- obalené viry
 - nabývají obal i povrchové glykoproteiny prostupem přes buněčné membrány (jadernou nebo cytoplasmatickou)
 - únik mezibuněčnými kanálky; exocytóza
 - nemusí dojít k poškození buňky



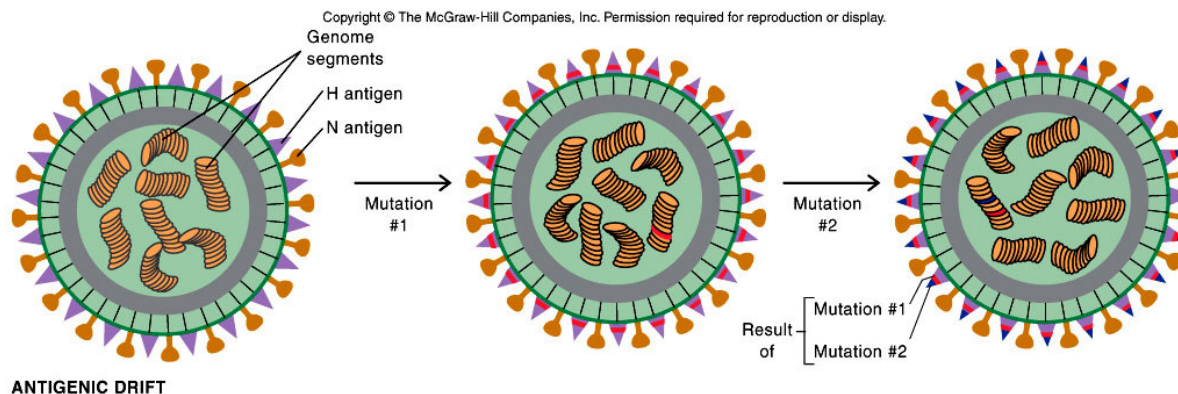
VIROVÁ GENETIKA

- bodové mutace, inserce, delece
- spontánní mutace
 - 1 mutanta na milion ostatních virů
 - nepřesná činnost virových polymeráz (hlavně u RNA virů)
 - retroviry - v každé kopii genomu několik mutací → **kvazispecies** = směs virových variant
 - imunologický tlak hostitele → selekce biologických variant virů
- indukované mutace
 - účinkem ionizujícího záření, chemikálií



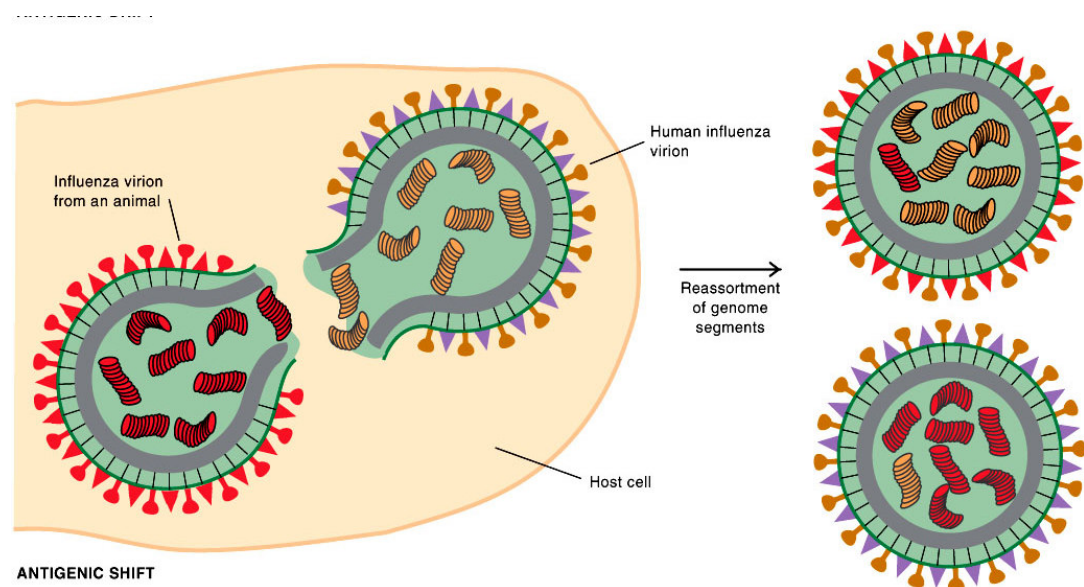
VIROVÁ GENETIKA

- změny fenotypu v důsledku mutací
 - termosenzitivní mutanty (vakcíny)
 - mutanty s rezistencí k antivirotikům
 - deficit v enzymovém vybavení viru (vakcíny)
 - mutace způsobující **atenuaci** virů = ztráta virulence
 - **antigenní drift** → vznik nových antigenních variant



VIROVÁ GENETIKA

- **rekombinace** - výměna genetického materiálu mezi genomy dvou virů
 - častý u DNA virů
 - zvýšení virulence
- **reassortment** - výměna genetického materiálu u virů se segmentovaným genomem
 - viry chřipky – **antigenní shift** – vznik nových antigenních variant



VIROVÁ GENETIKA

- komplementace

- doplnění chybějícího nebo defektního genového produktu od jiného nedefektního viru (poskytne enzym nebo strukturální protein)
- virus hepatitidy B + delta virus (virus hepatitidy D)

- interference

- zábrana množení jednoho viru virem druhým
- soutěžení o receptory, ribosomy
- interferovat mohou také defektní viriony nebo interferon



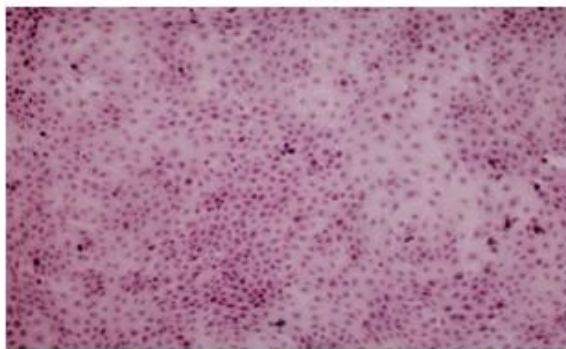
VIROVÁ GENETIKA

- genová terapie
 - vnášení terapeutických genů do postižených buněk
 - cílem je léčba onemocnění (cystická fibróza, maligní onemocnění, AIDS)
 - vektor = virus, u kterého jsou geny podmiňující virulenci nahrazeny terapeutickými geny
 - problém virových vektorů = imunogennost

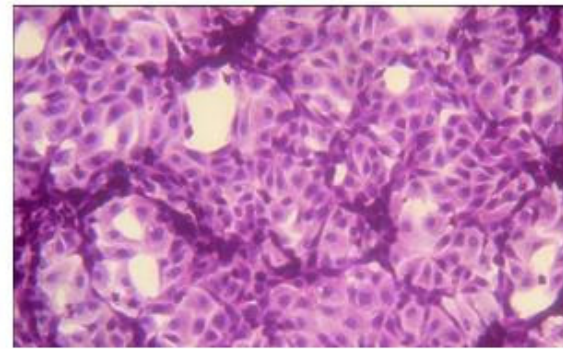


INTERAKCE VIRUS - BUŇKA

- vnímavá = **permisivní** vs. nevnímavá buňka
- produktivní infekce
 - **lytická infekce** – probíhá kompletní životní cyklus viru → buňka hyne (buněčná kultura – **cytopatický efekt**)
 - **perzistentní infekce** – viriony se tvoří, ale buňka není poškozována



a) Untreated vero cell line (40 x)



b) Bluetongue infected vero cell line (40 x)



INTERAKCE VIRUS - BUŇKA

- neproduktivní infekce
 - **latentní infekce**
 - obvykle bez klinických příznaků,
 - viriony tvořeny pouze v určité fázi infekce ← podnět
 - genom viru udržován v hostitelské buňce
 - hostitelská buňka přežívá a dělí se
 - **transformující infekce** - změny vlastností buněk (morfologie, antigenní výbava, karyotyp ...) + poruchy regulace buněčného dělení → nekontrolované dělení
 - **abortivní infekce** – virus pronikne do buňky, ale netvoří se kompletní viriony



VIRUS A HOSTITEL

- průběh infekce závisí
 - **virulenci** kmene
 - kvantitativní vyjádření **patogenity**
 - infekční dávce
 - vstupní bráně
 - stupni vnímavosti (odolnosti) hostitele
 - **nespecifická** odolnost: genetická výbava, věk, pohlaví, stupeň stresu, hormonální faktory
 - **specifická** odolnost: **přirozená** o. - předchozí infekce stejným kmenem viru, **získaná** o. - očkování



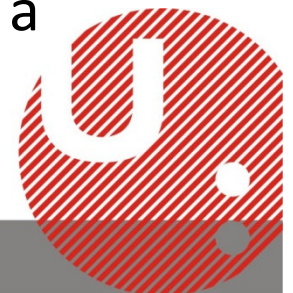
VIRUS A HOSTITEL

- infekce **inaparentní** (bezpríznaková)
- infekce manifestní
 - **klinická** forma - všechny typické projevy
 - **abortivní** forma - jen některé charakteristické projevy
 - **subklinická** forma - pouze nespecifické projevy
- podle rozsahu rozlišujeme
 - **lokální** infekce - ohraničená, bez hematogenního šíření
 - **systémové** infekce - postihuje řadu orgánů a tkání
 - **generalizované** infekce - hematogenní šíření, nespecifické projevy



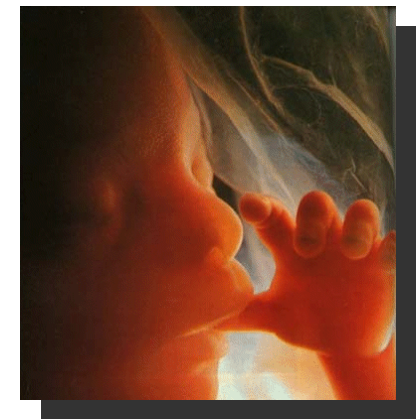
VIRUS A HOSTITEL

- pokud nejsou viry odstraněny, infekce přetrvává
 - **chronická** infekce – provázena klinickými příznaky
 - **perzistentní** infekce – nejsou klinickými příznaky, ale v organismu lze prokázat virus
 - **latentní** infekce – běžnými technikami virus v organismu neprokážeme
 - poslední dva případy = rovnováha mezi hostitelem a virem $\leftrightarrow$ porušení rovnováhy $\rightarrow$ aktivace



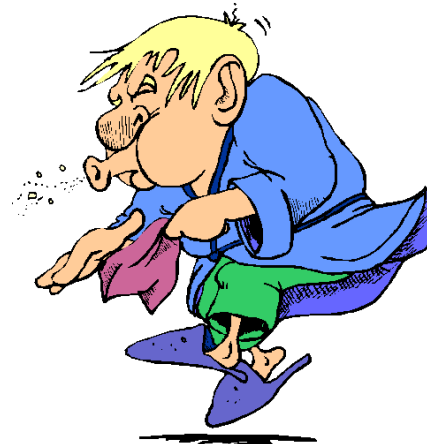
PATOGENEZE VIRÓZ

- vstupní brány
 - sliznice dýchacího traktu
 - sliznice zažívacího traktu
 - kůže s podkožím
 - placenta - kongenitální infekce
- šíření virů v organismu
 - z buňky do buňky
 - lymfatickými cestami
 - nervovou cestou
 - krví



PATOGENEZE VIRÓZ

- šíření viru krví
 - primární **virémie** – šíření od místa vstupu do vnitřních orgánů (játra, slezina, kostní dřeň)
 - sekundární virémie – šíření do cílových orgánů (CNS, kůže, velké žlázy, svaly včetně srdečního)
 - infekce generalizuje
- vylučování viru z hostitele
 - sekrety respiračního traktu a sliny
 - stolice, moč
 - poškozená pokožka
 - krev



OBRANA HOSTITELE

- nespecifická rezistence
 - nevnímavá buňka
 - bariéry
 - makrofágy
 - NK buňky
 - interleukiny 1 a 2
 - virové inhibitory
 - interferon
 - zvýšená teplota
 - zánět



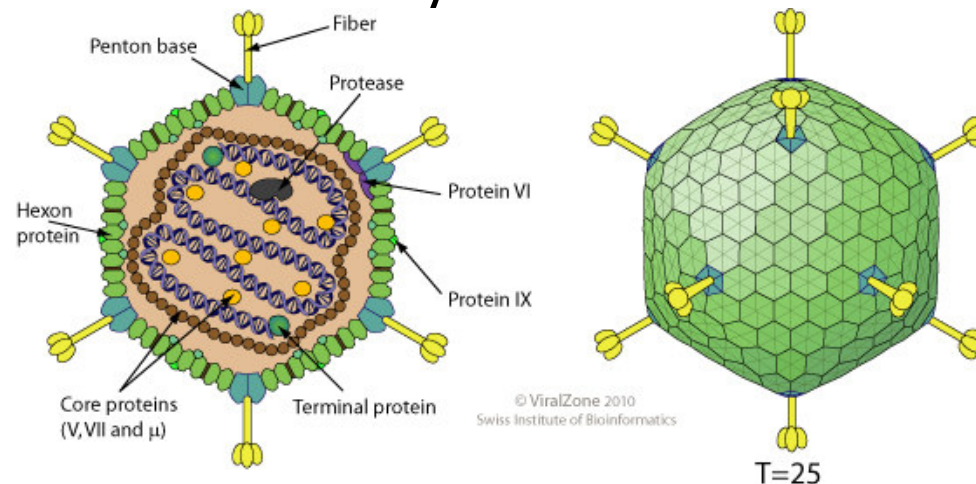
VIROVÉ ANTIGENY

- nestrukturální antigeny – virem kódované enzymy
- strukturální povrchové antigeny
 - proteiny zevní části kapsidy neobalených virů
 - glykoproteiny obalených virů
 - vysoce specifické - rozlišení jednotlivých sérotypů, podtypů, kmenů
 - protekční protilátky přetrvávají řadu let (i celý život)



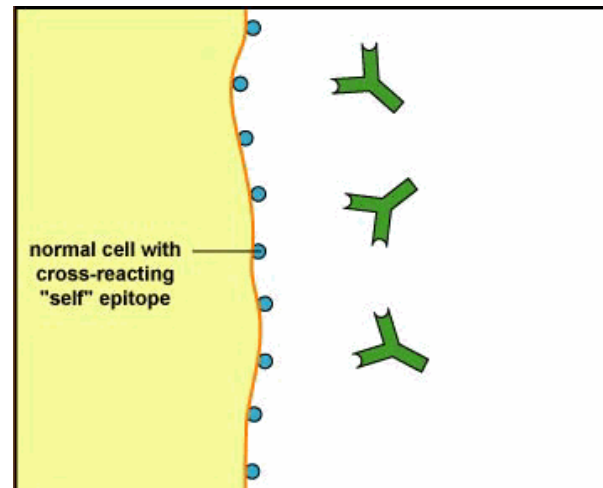
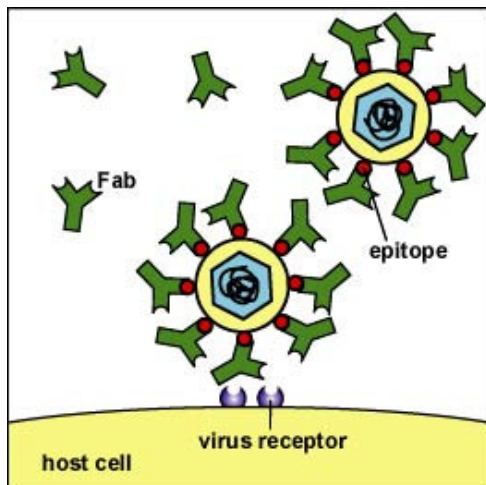
VIROVÉ ANTIGENY

- strukturální vnitřní antigeny
 - proteiny a nukleoproteinové komplexy nukleoidu, resp. nukleokapsidy
 - méně specifické (společné všem virům určité skupiny)
 - hladina protekčních protilátek se po prodělané infekci do několika měsíců vytratí



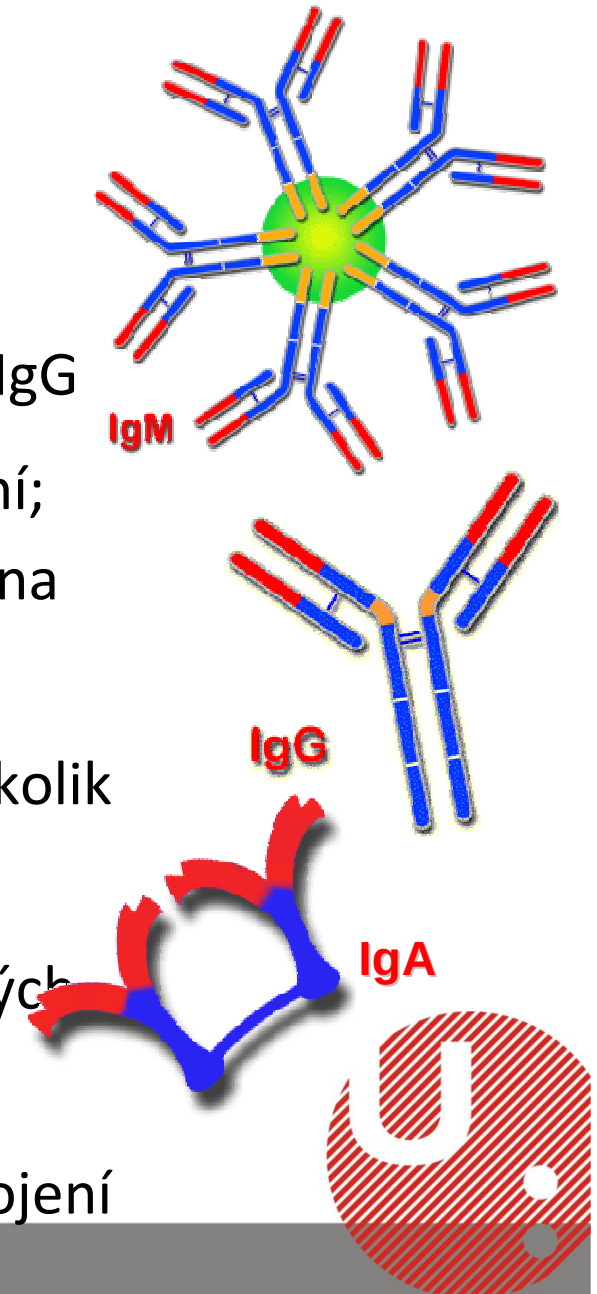
OBRANA HOSTITELE

- specifická imunita – protilátky:
 - Ab proti povrchovým Ag **neutralizují infekčnost** viru
 - Ab proti virovým Ag na povrchu buňky umožňují **lýzu** napadených buněk vlivem komplementu a NK buněk



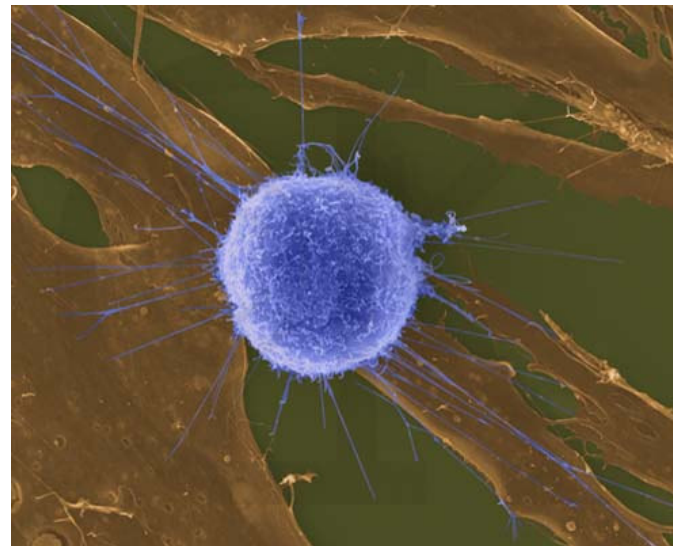
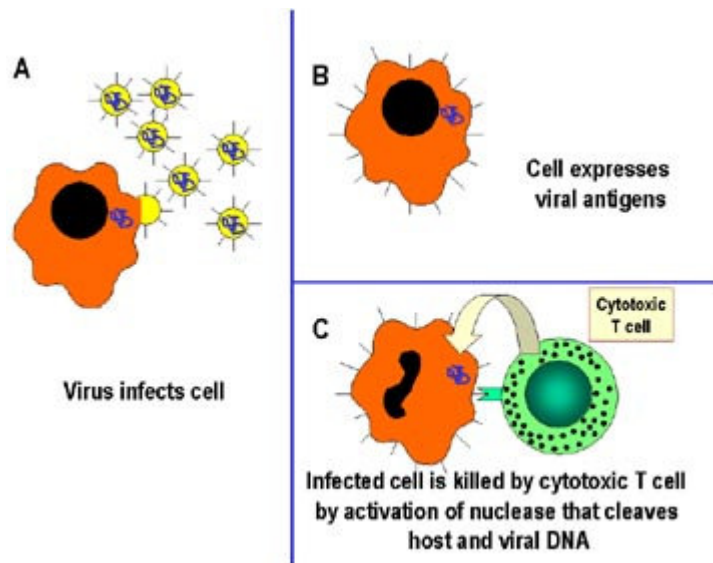
OBRANA HOSTITELE

- specifická imunita – protilátky:
 - imunitní reakce - tvorba IgM → IgA → IgG
 - **IgM** – velké → špatně pronikají do tkání; s viriony tvoří stabilní komplexy; ochrana několik měsíců
 - **IgA** – na sliznicích; ochrana obvykle několik let
 - **IgG** – nejvýznamnější, u generalizovaných infekcí; ochrana obvykle celoživotní
 - přenos protilátek z matky na dítě při kojení



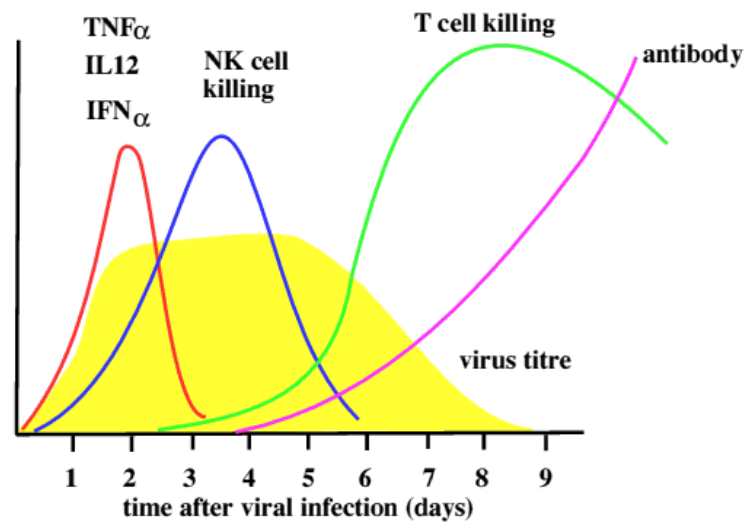
OBRANA HOSTITELE

- specifická imunita – buněčná imunita:
 - důležitější než protilátková
 - namířena proti antigenně změněným buňkám
 - **cytotoxické Tc lymfocyty (CD8⁺)**

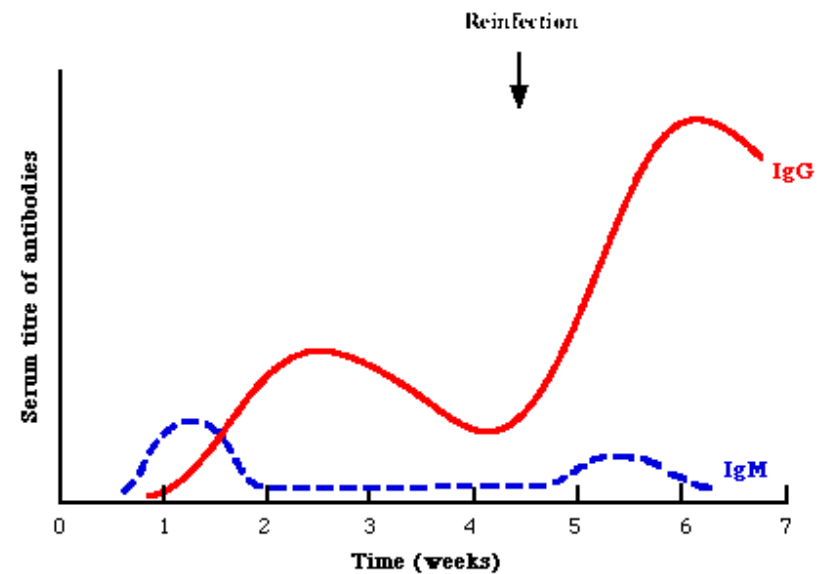


OBRANA HOSTITELE

Cytokines and NK cells combine to provide early defense against virus infections



Protilátková odpověď na virovou infekci



OBRANA HOSTITELE

- virus vs. obranný systém hostitele:
 - inhibice NK buněk
 - zásah do působení cytokinů
 - zábrana apoptózy
 - rychlé pomnožení – imunitní reakce se nestačí rozvinout
 - antigenní proměnlivost
 - zásah do procesu prezentace antigenu
 - výsledkem popsaných procesů je **ukrývání viru** v buňce, navození tolerance až potlačení imunity
→ latentní a perzistentní infekce



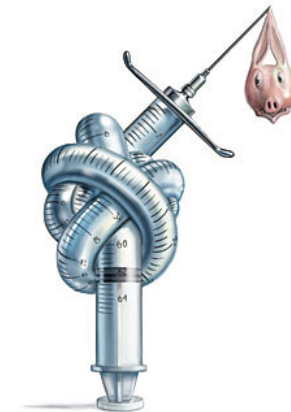
PATOLOGICKÉ ZMĚNY

- místní příznaky:
 - poškození buněk ve vstupní bráně nebo v cílovém orgánu
 - poškození jaterních buněk u virových hepatitid
 - smrt následkem poškození buněk ve vitálně důležitém orgánu
- celkové příznaky
 - smrt následkem masivním pomnožení viru v orgánech
- oslabení odolnosti – vícečetné infekce
- zánětlivá reakce hostitele
- ukládání imunokomplexů
- autoimunitní procesy



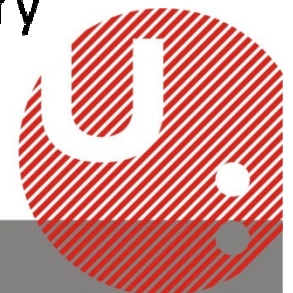
PREVENCE, PROFYLAXE, TERAPIE

- aktivní imunizace = očkování
 - ⊕ spolehlivý, dlouhodobý účinek
 - ⊖ opožděný, úzce zaměřený
 - živé oslabené (**atenuované**) vakcíny
 - vakcína proti žluté zimnici, přenosné dětské obrně
 - **inaktivované** vakcíny - celovirionové, subjednotkové
 - vakcína proti chřipce, hepatitidě typu A
 - **rekombinantní** vakcíny
 - metody genetického inženýrství
 - vakcína proti hepatitidě B



PREVENCE, PROFYLAXE, TERAPIE

- pasivní imunizace
 - ⊕ okamžitý nástup účinku
 - ⊖ krátkodobý, úzce zaměřený
 - zvířecí antisérum – profylaxe vztekliny
 - lidské imunoglobuliny – profylaxe hepatitidy typu A
 - rekonvalescentní plasma – hemoragické horečky
- nespecifické posilování odolnosti
 - interferon, induktory interferonu, imunomodulátory
- antivirotika



ZMĚNY OVlivňující VIRY

- vztah virus vs. hostitel = rovnováha (adaptace)
- přirozený výběr vede k přežití rezistentnějších hostitelů a méně virulentních variant viru
- změny prostředí narušují snahu o dosažení rovnováhy
- význam virových nákaz nadále poroste
 - od 80. let 20. století pandemie HIV/AIDS
 - od 90. let 20. století opakované epidemie virem Ebola
 - rok 2003 - pandemie SARS nový virus SARS-CoV
 - bioterorismus
- eradikace možná pouze u některých virových nákaz



VLASTNOSTI VIRŮ - SHRNUTÍ

	BAKTERIE	VIRY
> 300 nm	+	-
Růst na umělých půdách	+	-
Binární dělení	+	-
Ribosomy	+	-
Metabolismus	+	-
Citlivost na antibiotika	+	-



ODKAZY

- Slide 1-Virus chřipky: <http://www.drugdevelopment-technology.com/projects/L705/images/1-influenza-virus.jpg>
- Slide 2-Virus tabákové mozaiky – list: <http://www.apsnet.org/edcenter/intropp/lessons/viruses/Article%20Images/TobaccoMosaic04.jpg>
- Slide 2,13-Virus tabákové mozaiky: [http://ipkc.niau.edu.cn/spwswx/imgbank/luku/Tobacco%20Mosaic%20Virus%20\(TCM%20x376200\).jpg](http://ipkc.niau.edu.cn/spwswx/imgbank/luku/Tobacco%20Mosaic%20Virus%20(TCM%20x376200).jpg)
- Slide 2-Virus tabákové mozaiky – schéma: http://mrsec.wisc.edu/Edetc/technologist/thumbnails/Matt/Virus_diagram.jpg
- Slide 3-Bakteriofág: <http://static.newworldencyclopedia.org/3/37/T4bacteriophage.jpg>
- Slide 4-HIV: http://www.iavork.com/Images/2008/2-28-08/HIV_Budding_Welcome.jpg
- Slide 5-Virus: http://t0.gstatic.com/images?q_tbn:5LK4P0qL-czu7M:http://www.acus.org/files/images/virus-pendrive.jpg&L_1
- Slide 6,22- Životní cyklus HIV: http://img.thebody.com/hivatis/life_cycle_1g.jpg
- Slide 7-Léčení viru: http://lh5.ggpht.com/_ahmprYw6wqo/SWoXG_ffpJI/AAAAAAAAAUM/7bawYyla47Y/%5BUNSET%5D.jpg?imgmax=800
- Slide 8,16-Ebola virus: <http://esciencenews.com/files/images/201005203122520.jpg>
- Slide 8-T4 bakteriofág - x55,065: http://denniskunkel.com/images/StockImages/Images_01/58579A.jpg
- Slide 8-Herpes simplex virus - x23,280: http://denniskunkel.com/images/StockImages/Images_01/11454A.jpg
- Slide 9-Nesegmentovaný genom – lineární: http://education.expasy.org/images/Globuloviridae_virion.jpg
- Slide 9-Segmentovaný genom: http://education.expasy.org/images/Emaravirus_virion.jpg
- Slide 12-Ikosaedr: <http://www.microbiologybytes.com/introduction/graphics/icosanim.gif>
- Slide 12-Příklad ikosaedrální struktury – bakteriofág ØX174: <http://www.microbiologybytes.com/introduction/graphics/phix.jpg>
- Slide 12-Fotbalový míč: http://www.vsestudy.cz/wp-content/foto/fotbal/fotbalovy_mic.gif
- Slide 13-Helikální struktura: http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/archive/6/6d/200501310759361Tobacco_mosaic_virus_structure.png
- Slide 14-Bakteriofág: <http://wpcontent.answcdn.com/wikipedia/commons/thumb/4/4a/PhageExterior.svg/300px-PhageExterior.svg.png>
- Slide 14-TEM of T4 bacteriophage virus, head, tail and tail fibres shown x63,000: http://cache3.asset-cache.net/xc/BB8070-001.jpg?v_1&c=NewsMaker&k_2&d_F5B5107058D53DF52B1E7EE82AE3F6A6BDF9D9E351748B669E2077841A325C2CE30A760B0D811297
- Slide 15-Papillomavirus: http://www.sciencephotolibrary.co.uk/images/showFullWatermarked.html/M0501162-Papillomavirus_virions_TEM-SPL.jpg?id_770501162
- Slide 15-Papillomavirus – model: http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/f/f8/Bovine_Papillomavirus_Capsid.png/220px-Bovine_Papillomavirus_Capsid.png
- Slide 16-Získání virových obalů: http://www.ncbi.nlm.nih.gov/bookshelf/picrender.fcgi?book_cell&part_A1103&blobname_ch6f73.jpg



ODKAZY

- Slide 16-Uvolnění viru z hostitelské buňky: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/bookshelf/picrender.fcgi?book=cell&part=A1103&blobname=ch6f73.jpg>
- Slide 16-Virus HIV – schéma: <https://www.msu.edu/course/isb/202/ebertmay/images/HIV%20virus.png>
- Slide 16-Varicella virus: <http://sites.google.com/site/scienceprofonline/ChickenpoxVirusColor.jpg>
- Slide 17-HIV virion: http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/6/6b/HIV_Virion.svg/800px-HIV_Virion.svg.png
- Slide 19-Adenoviridae virion: http://education.expasy.org/images/adenoviridae_virion.jpg
- Slide 20-Ledový nápoj: http://www.vineyardfs.com/files/u1/long_island_ice_tea.jpg
- Slide 21-AIDS kampaň: <http://protect2love.files.wordpress.com/2010/02/aids-campaign.jpg>
- Slide 23-Virus chřipky-adsorpce: http://publications.nigms.nih.gov/findings/mar06/agbandje-mckenna_files/images/image3.png
- Slide 25-Penetrace přímou fúzí: <http://pathmicro.med.sc.edu/mhunt/rep1.jpg>
- Slide 25-Penetrace endozomem: <http://pathmicro.med.sc.edu/mhunt/rep2.jpg>
- Slide 26-Svlékání virionu: <http://www.nature.com/nrmicro/journal/v5/n6/images/nrmicro1645-f2.jpg>
- Slide 27-Bodová mutace: <http://www.intelihealth.com/i/P/PointMutationGEN.gif>
- Slide 28,29-Antigenní drift a shift: http://www2.bakersfieldcollege.edu/bio16/images/flu_ag_drift.jpg
- Slide 31-Genová terapie: <http://scienceblogs.com/sciencetolife/upload/2007/08/8-9-7%20GeneDoping.jpg>
- Slide 32-Cytopatický efekt: http://www.ispub.com/ispub/ijmb/volume_7_number_1_31/comparative-susceptibility-of-bhk-21-and-vero-cell-lines-to-bluetongue-virus-btv-isolate-pathogenic-for-sheep/btv-fig2.jpg
- Slide 33-Vstupní brána viru chřipky: http://4.bp.blogspot.com/_ZLz-lW9Vfro/SjngM5d9xQI/AAAAAAACEM/8ZxT2xNiEWs/s400/H1N1+FLU.jpg
- Slide 37-Sající komár:
http://img.webmd.com/dtmcms/live/webmd/consumer_assets/site_images/articles/health_tools/summer_skin_hazards_slideshow/cdc_photo_of_mosquito.jpg
- Slide 37-Plod: http://fertilityc.com/assets/images/fertility_20_week_fetus.gif
- Slide 37-Prasečí chřipka: <http://www.orbitcast.com/archives/swine-flu.jpg>
- Slide 38-Chřipka: <http://www.lincolncountyhealth.com/images/FluMan.gif>
- Slide 39-Chřipka: <http://www.half-price-pharmacy.com/drugs/images/flu.jpg>



ODKAZY

- Slide 42-Neutralizace viru: <http://student.ccbcmd.edu/courses/bio141/lecguides/unit4/innate/antibody/images/u3fg23.jpg>
- Slide 42-Imunní lýza hostitelské buňky: <http://student.ccbcmd.edu/courses/bio141/lecguides/unit2/bacpath/images/adcctype2.gif>
- Slide 43-IgM: <http://sanidadanimal.info/cursos/inmun/images/4igm.gif>
- Slide 43-IgG: <http://sanidadanimal.info/cursos/inmun/images/4igg.gif>
- Slide 43-IgA: <http://sanidadanimal.info/cursos/inmun/images/3iga.gif>
- Slide 44-Buněčná imunita: <http://pathmicro.med.sc.edu/bowers/viral1.jpg>
- Slide 44-T-lymfocyt: <http://pathmicro.med.sc.edu/bowers/t-lymph-dk2.jpg>
- Slide 45-Protiláková odpověď: <http://virology-online.com/general/Vaccines2.gif>
- Slide 48-Vakcinace: http://www.scientificamerican.com/media/inline/swine-flu-vaccine_1.jpg
- Slide 49-Tablety: <http://mylocalhealthguide.com/wp-content/uploads/2009/03/pills-spill-out-of-bottle.jpg>

