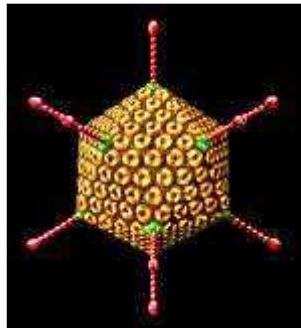


# VIRUSI



- opšte osobine i klasifikacija -

Stefan Grozdanović, master nauka

2015.

## SADRŽAJ

1. UVOD.....	3
2. OPŠTE OSOBINE I KLASIFIKACIJA VIRUSA.....	4
2.1. OPŠTE OSOBINE.....	4
2.2. KLASIFIKACIJA.....	6
2.2.1. DNK VIRUSI.....	7
2.2.2. RNK VIRUSI.....	7
2.2.3. HEPADNA VIRUSI.....	8
3. POREKLO, EVOLUCIJA I BUDUĆA DOMINACIJA.....	9
LITERATURA.....	10

## 1. UVOD

Virusi, iako su veoma proste i primitivne građe (čak i ne spadaju u žive organizme), izazivaju teške i dugoročne negativne efekte i posledice svojim domaćinima, i kao takvi su predmet pomnog proučavanja u medicini, mikrobiologiji, virusologiji, a kako su u stanju da se inkorporišu u ćeliju domaćina, te otpočnu sa metabolizmom, predmet su interesovanja i biologije.

Dosadašnja biološka istraživanja nisu uvrsla viruse ni u jedno od pet živih carstva. Međutim, njihova patogenost, virulencija i parazitizam idu do tih mera, da su u stanju da inficiraju neka od najvećih i najraznovrsnijih carstva živog sveta. Tako su poznati virusi bakterija (carstvo Monera), bakteriofagi ili fagi, biljni virusi (carstvo Plantae), animalni virusi, a samim time i humani virusi (carstvo Animalia).

Kako je materija koju obrađujemo, kompleksna i zahtevna, korišćena je „šarolika” literatura, počevši od bioloških priručnika, preko radnih vežbanki i praktikuma, pa sve do medicinske literature.

## 2. OPŠTE OSOBINE I KLASIFIKACIJA VIRUSA

Virusi (na latinskom jeziku, živi otrovi) predstavljaju acelularne, ili, subcelularne organizme, ako se mogu nazvati organizmima. Nemaju ćeliju, ćelijske organele, apsolutno su inertni: ne hrane se, ne obavljaju respiraciju, ekskreciju i cirkulaciju, ne vrše lokomociju i koordinaciju i ne reprodukuju se, bar ne van živog domaćina. Zbog svih ovih osobina, ili bolje rečeno, zbog odsustva istih, virusi imaju čitav niz specifičnih odlika i adaptacija na parazitski način života, koje ih izdvajaju od svih ostalih grupa „pravih organizama” i ćelija. Samim time, virusi su stekli najrazličitije forme, strukture i oblike, te imaju veoma bogato „rodoslovno stablo”.

Pa, da krenemo, od početka.

### 2.1. OPŠTE OSOBINE

U opšte osobine virusa, spadaju: veličina, simetrija, prisustvo ili odsustvo zaštitnih omotača i tip nukleinske kiseline koju poseduju. Od svih ovih parametara, kasnije, zavisi i klasifikacija virusa, ali o ovome pitanju, više u narednom poglavlju.

Veličina virusa se kreće u granicama od oko 10, pa do nekoliko stotina nanometara/nanomikrona ( $1 \text{ nm} = 10^{-9} \text{ m}$ ). Upravo zbog svoje sićušnosti, otkriveni su, relativno skoro, tek krajem prošlog veka (1892.), a detaljnija proučavanja i analize kreću primenom elektronskih i drugih mikroskopija i ista se nastavljaju u današnjici, a mnoga pitanja vezana za njihovo lečenje i suzbijanje, još uvek ostaju misterija i zagonetka za naučnike širom planete.

Iako su izuzetno sitni (veličine nekih makromolekula i makromolekulskih kompleksa), odlikuju se, u isti mah, i složenom, i jednostavnom građom. Naime, virusi poseduju „telo” sačinjeno od osnovnih strukturnih jedinica – kapsomera, koje čine u prostoru najstabilnija, i po odnosu površina : zapremina, „neekonomičnija” geometrijska tela i figure, a mnogi od njih spadaju u najlepša i najjeminentnija arhitektonska i morfološka rešenja biologije. Razlog njihove interesantne fizionomije leži upravo u njihovoj simetriji. Tako, virusi mogu imati zavojičastu - spiralnu, polihedričnu – ikozaedarnu (ikosoedar=geometrijska forma ograničena sa 20. jednakostraničnih trouglova i 12. temena), ili kombinacije ovih simetrija.

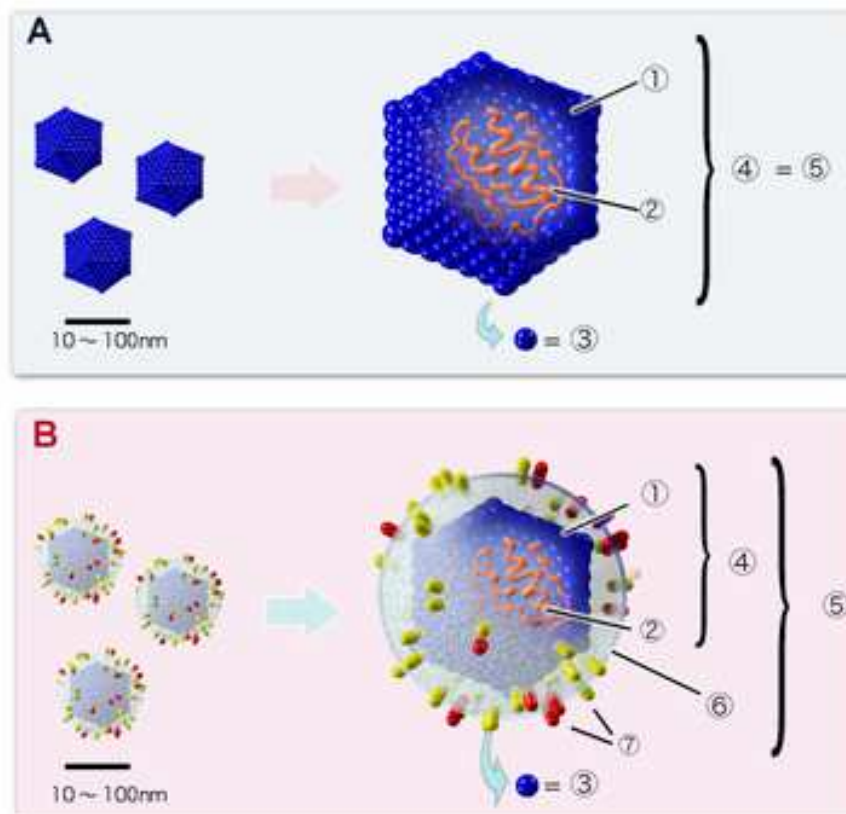
Cela njihova simetrija, odnosno, građa otpada na kapsid virusa, odnosno na njegov omotač, koji opkoljava nukleinsku kiselinu. Upravo ova dva organska kompleksa: proteinski omotač i nukleinska kiselina, zajedno, čine nukleokapsid. Već je rečeno, da je ova virusna kapsula, u stvari, izgredena od blokova ili cigala u vidu kapsomera. Naravno, ovo je klasični tip građe virusa, tj. virusne čestice ili viriona, kako se još nazivaju (ovakve je građe i Adenovirus sa naslovne strane rada). Međutim, mnogi su evoluirali (i dalje to čine), i vremenom formirali dodatne, lipidne presvlake i time nagradili pravu lipoproteinsku opnu, kakvu imaju sve žive ćelije (slika : 2.1.1.).

Poslednja virusna komponenta je virusni genetički materijal, odnosno, nukleinska kiselina. Ovde je važno reći, da virus može imati samo jednu od dve postojeće nukleinske kiseline: ili dezoksiribonukleinsku, ili ribonukleinsku kiselinu, a nikako obe! Upravo u odnosu na vrstu nukleinske kiseline koju sadrže u kapsidu, tj. nukleokapsidu, virusi su podeljeni na dve velike grupe (DNK i RNK viruse), ali ponovo zalazimo u naredno poglavlje.

I, to je to. Nukleinska kiselina + omotač = virus.

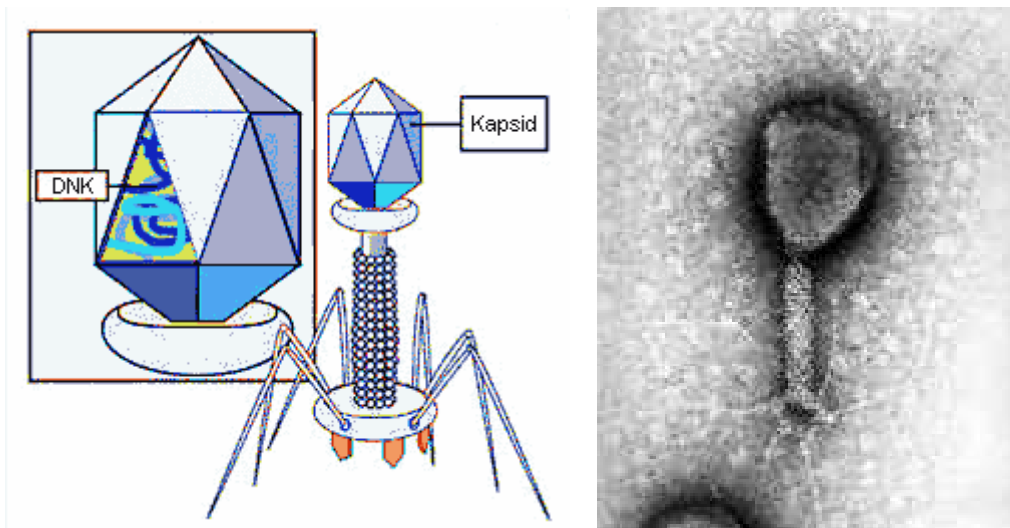
Zapravo, kod virusa možemo da vidimo nepisano pravilo u biologiji, a i u drugim naukama, koje tvrdi da su najprostija rešenja, ujedno i najbolja. I stvarno je tako. Celokupna njihova superiornost je u njihovoj jednostavnosti i uprošćenosti, koja ide dotle, da i danas nemamo efikasne metode i postupke lečenja mnogih virusnih infekcija, iako su gracilne i fine

strukture. Tako, još uvek nema leka za najobičniji virus gripa, zarazu suzbija organizam sam od sebe, koristeći simptomatsku terapiju ili ne („grip ili prehlada, ako se leči - traje sedam dana, a ako se ne leči – nedelju dana”). A opet, čovek je pobedio tuberkulozu, kugu i mnoge druge bakterijske infekcije, iako su njihovi uzročnici po izgledu i funkcijama mnogo „bogatiji” i invazivniji.



1 - proteinski omotač, 2 - nukleinska kiselina, 3 - kapsomera, 4 - kapsid, 5 - nukleokapsid, 6 - lipidni omotač, 7 - glikoproteinske bodlje  
 Slika 2.1.1: Građa viriona ili virusne čestice; A - opšti tip građe, B - sa dodatnim omotačima

Elem, ima i virusa sa malo složenijom i, u pravom smislu reči, sa „dodatnom opremom i punom ratnom spremom”, pri čemu nalikuju na svemirske letelice i orbitere. Pri ovome, mislimo na bakterijske viruse, tačnije na bakteriofage (fagito=jesti, jednu bakterije), ili kraće, na fage (slika: 2.1.2.). Na njima razlikujemo „glavu” (ima kubični izgled i sadrži nukleinsku kiselinu) i „rep” (spiralno simetričan, u sredini šupalj i završava se baznom pločom sa koje polazi nekoliko, najčešće, šest tankih „nožica” – filamentuma i kukica). Takođe, oni poseduju i složeniji „životni ciklus”. Naime, prolaze kroz litički ili lizogeni ciklus, kao dva nova entiteta. Litički ciklus bi predstavljao ciklus u kome virus proдре u ćeliju, u kojoj ispusti svoj genom, ćelija je podređena istom te stvara proteine koji ulaze u sastav virusnih omotača i od jednog, sada je nastalo desetak do stotinak novih virusnih kopija, klonova, i u tolikom broju, razaraju ćeliju, a sami prelaze u okolne. Lizogeni ciklus predstavlja odloženi ili latentni litički ciklus. Tu se virusni genom inkorporira u genomu ćelije i tu ostaje prikriven, do momenta kada nastanu povoljni uslovi (pad imuniteta, glad, iscrpljenost ili stres...) tokom kojih kreće sa produkcijom u umnožavanjem svojih potomaka koji, tek onda, liziraju ćeliju. Ovaj ciklus može da traje decenijama (npr. Retrovirusi, HIV i HCV virusi).



Slika 2.1.2: Shema građe - levo i mikrografija - desno, bakteriofaga

## 2.2. KLASIFIKACIJA

Ovde je najvažnije istaći, da iako virusi nisu živi sistemi i bića (van domaćina, sigurno nisu), postoji njihova taksonomija, odnosno, sistematika, ili najprostije rečeno, klasifikacija (tabela: 2.2.1.). Tako su njihova imena vrsta, donekle, po binomijalnoj nomenklaturi koja važi za sva živa stvorenja.

*Tabela 2.2.1: Klasifikacija virusa*

<u>Grupa/klasa virusa:</u>	<u>Genom virusa:</u>	<u>Neke porodice (fam.) virusa:</u>
I	Dvolančana DNK	Adenoviroidae, Poxviridae i majmunski vakuolizirajući virus SV 40 (Symia virus 40)
II	Jednolančana DNK (pri čemu neki od virusa iz ove grupe sadrže tzv. minus lanac-lanac matricu za sintezu i-RNK, a drugi imaju plus lanac)	Parvoviridae
III	Genom je sačinjen od dvolančane RNK, čiji minus lanac služi kao matrica za sintezu plus lanca i i-RNK	RNK virusi
IV	Jednolančana RNK koja predstavlja plus lanac, koji se u ćeliji prepisuje u minus lanac, a sa njega se transkribuje i-RNK u više kopija	Toga-virusi ili virusi poliomijelitisa
V	RNK kao minus lanac - matrica za sintezu i-RNK	Influenca (grip)
VI	Plus lanac RNK	Retrovirusi, HIV virus (AIDS, SIDA)

Iz priložene tabele, vidimo da postoje šest klasa virusa, a da su po tipu nukleinske kiseline koju sadrže izmešani i neuređeni. Zato je njihova glavna i osnovna klasifikacija izvršena u odnosu na nukleinsku kiselinu, dužine od 3 do 300 kb (1 kilobaza=1000

nukleotida) koju poseduju, kao što je već nagovešteno, pri kojoj razlikujemo dve velike grupe virusa: DNK i RNK viruse (obim gena se, takođe, kreće u intervalu od 3 do 300 gena).

### 2.2.1. DNK VIRUSI

Postoje, za sada, šest familija DNK virusa, a po nazivu se zaključuje da je njihova odlika prisustvo dezoksiribonukleinske kiseline u svom virionu.

Njihova klasifikacija, bila bi sledeća:

1. PARVO virusi (najmanji DNK virusi);
2. PA-PO-VA virusi (uzročnici malignih transformacija):
  - a) PA – papiloma virusi (stvaraju papile – izraštaje),
  - b) PO – polioma virusi (stvaraju polipe),
  - c) VA – vakuolizirajući virusi (izazivaju vakuolizirajuću degeneraciju);
3. ADENO virusi (napadaju žlezdano tkivo, a naročito limfne žlezde gornjih respiratornih puteva);
4. HERPES virusi (ima ih 25. vrsta, od kojih su 5. najčešći):
  - a) Herpes symplex tip 1. (usna groznica),
  - b) Herpes symplex tip 2. (genitalni herpes),
  - c) Herpes varicella-zoster (kod dece, ospina groznica, ovčje boginje – varičela, a kod odraslih se javlja kao kasni recidiv istog oboljenja),
  - d) Cytomegalo virus (izaziva žuticu ni A, ni B, napada limfne žlezde, a opasan je za trudnice jer izaziva oštećenje ploda),
  - e) Epstein-Barr virus (infektivna mononukleoza);
5. IRIDO virusi (izazivaju hemoragične groznice i prenose ih krpelji);
6. POX virus (uzročnik velikih boginja, najveći DNK virus koji se jedini razmnožava u citoplazmi inficirane ćelije):
  - a) Vaccinia (uzročnik kravljih boginja, može se sa goveda preneti na ljude. Od ovog virusa je Edvard Džener napravio vakcinu protiv velikih boginja.),
  - b) Variola (uzročnik zaraznog, karantinskog i smrtonosnog oboljenja, velikih boginja ili Variola vera);

### 2.2.2. RNK VIRUSI

Poznato je jedanaest familija RNK virusa. Po ulasku virusne čestice u ćeliju, ribonukleinska kiselina ovih virusa se pod dejstvom enzima reverzibilne transkriptaze kopira u jedan lanac DNK (reverzno prepisivanje) koja služi kao matrica za sintezu kompletnog molekula. Tako nastala dvolančana DNK se integriše u genom ćelije domaćina (slika: 2.2.2.1.). Koristeći sintetske mehanizme ćelije, sada se obavlja transkripcija u RNK matrice koje služe kao i-RNK i kao genetički materijal novih virusa.

DNK:	i-RNK:		virusna RNK:	virusna DNK:
A	→ U		U	→ A
T	→ A		A	→ T
		→ biosinteza proteina (translacija)		→ ulazak u DNK ćelije
G	→ C		C	→ G
C	→ G		G	→ C
j e d r o	citoplazma		n u k e o k a p s i d	j e d r o

Slika 2.2.2.1: Sheme, levo - „normalne”, desno – reverzne transkripcije

Dajemo i njihovu klasifikaciju:

1. PICORNA virusi (najmanji virusi):
  - a) RHINO virusi (ima ih preko 100. vrsta, a izazivaju kijavicu – Rhinitis),
  - b) ENTERO virusi (crevne infekcije):
    - POLIO virus tip 1, 2 i 3. (uzročnik dečje paralize),
    - COXSACKIE virus (zapaljenja srca),
    - ECHO virus;
2. RHEO virusi (imaju dvostruki lanac RNK);
3. TOGA virusi (ima ih više vrsta među kojima je najznačajniji uzročnik Rubellae – crvenke);
4. CORONA virusi (izazivaju prehlade);
5. BANYAN virusi (izazivaju hemoragične groznice, prenose ih krpelji);
6. ARENA virusi (izazivaju hemoragične groznice, prenose ih krpelji);
7. RETRO virusi (izazivaju maligne transformacije):
  - a) ONKOVIRUSI (onkogeni);
  - b) SPUMA VIRUSI (gde spada uzročnik Ebole);
  - c) LENTI VIRUSI (u ovoj podgrupi je HIV virus);
8. ORTOMYXO virusi (u ovoj grupi je najvažniji virus gripa, Influenzae tip A, B i C);
9. PARAMYXO virusi:
  - a) virus MUMPSA (zauške);
  - b) virus MORBILA (male boginje);
  - c) RSV virus (respiratorni sincicijalni virus koji napada disajne organe);
10. RHABDO virus (je samo jedan tip koji izaziva besnilo, Rabies ili Lyssa-u);
11. FLAVOVIRUSI (žuti virusi, među kojima je najznačajniji uzročnik teškog, zaraznog i karantinskog oboljenja – žute groznice);

### 2.2.3. HEPADNA VIRUSI

Posebnu klasu virusa obuhvataju virusi koji izazivaju specifična zapaljenja jetre, prouzrokujući time hepatitis (žutice). Ovde su, isto tako, pomešani virusi, tj. njihove nukleinske kiseline koje ulaze u njihov sastav, a njihova klasifikacija je, možda, najobimnija:

1. HEPATITIS VIRUS A (RNK virus, zarazna žutica);
  2. HEPATITIS VIRUS B (DNK virus, serumska žutica);
  3. HEPATITIS VIRUS C – non A, non B (RNK ili DNK virus, posttransfuziona žutica);
  4. HEPATITIS VIRUS D (delta agens, uzrokuje hepatitis samo ako je prisutna ili trenutna ili prethodna infekcija virusom hepatitisa B);
  5. HEPATITIS VIRUS E (redak virus, zabeležen kod putnika u Indiju, Meksiko i Srednji istok, i jugoistočnu Aziju. Patogeneza slična hepatitisu A, samo što je klinička slika teža);
- I, u današnje vreme, sasvim moguće, ostatak abecede virusa hepatitisa;
- Iako neverovatno, potvrđeno je postojanje još sitnijih infektivnih agenasa sličnih virusima. To su tzv. subvirusne čestice: virus-sateliti, viroidi, virusoidi i prioni, ali i neke prelazne forme između virusa i bakterija: hlamidije i rikecije, koje isto, imaju pozamašnu klasifikaciju.



### 3. POREKLO, EVOLUCIJA I BUDUĆA DOMINACIJA

Virusi su otkriveni od strane Ivanovskog, ali je njihov postanak veoma namučio biologe, šta više, i dalje ih zbunjuje, pa tako, i dalje je obavijen velom tajnosti. Ipak, postoje neke teorije i pretpostavke o njihovom nastanku, od kojih su se tri istakle među njima. Najstarija, i već odbačena, hipoteza je da virusi predstavljaju evolutivne relikte (zaostavštine), potomke predaka koji nisu evoluirali u prave ćelije. Na drugoj strani, imamo tvrdnje koje ističu da su virusi retrogradno evoluirali i postali redukovane ćelije i intracelularni paraziti drugih ćelija. Treća, i najinteresantnija, teorija je da su virusi, u stvari, „geni odmetnici” koji se nekada moraju „vratiti kući”, svojoj ćeliji ne bi li zavšili uspešno životni ciklus.

Šta će savremena biologija reći o ovom, pitanje je, ali ostaje ta činjenica da je njihova veza sa ćelijama solidna i nesumnjiva. Važno je i pitanje njihove dalje evolucije, koja je kod njih karakteristično rapidna i nepredvidiva, a za medicinu krucijalno pitanje. Naime, ni danas ne postoje sigurno uspešni medikamenti protiv virusa (sem, možda, interferona), te je tako i najobičniji grip stekao sojeve u vidu, humanog, ptičjeg, svinjskog gripa... Možda ovoj evoluciji doprinosimo i mi sami? Svi mi nekada kada smo prehladeni uzimamo antibiotike „na svoju ruku”, ne konsultujući se sa lekarom, i time, pored toga što vršimo selekciju rezistentnih bakterija (ukoliko je infekcija bakterijska), izazivamo i mutacije virusnog genoma (ako je virus) koje rezultuju novim adaptacijama. Ako se neko sada brani time, da nam kasnije i lekar prepisuje antibiotike, odmah moramo reći da je to samo u slučaju hospitalizacije, gde smo u kontaktu i sa drugim izazivačima zaraza, i da je doza precizna i individualna.

Samim time, jedan od mogućih scenarija za „smak sveta” može biti pojava takvog novog soja virusa koji će biti patogen po sva životna carstva, čime će biti u stanju da preseče sve trofičke lance ishrane, narušiti sve ekosisteme i poremetiti kruženje materije i proticanje energije na svim nivoima bioloških sistema. Da do ovoga ne bi došlo, moramo stalno misliti o jedinoj pravoj i uspešnoj terapiji protiv virusa – primarnoj prevenciji (dezinfekciji, sterilizaciji, vakcinama i serumima...).

## LITERATURA

1. Baloš, D., Panić, D., Stevanović, B., Paunović, K., Stevanović, Đ. (2005.), „Biologija I” za I razred medicinske i veterinarske škole, ZUNS, Beograd: (53-59);
2. Diklić, D., Antonijević, B. (2006.), „Infektivne bolesti sa negom” za 3. ili 4. razred medicinske škole, ZUNS, Beograd: (88-97);
3. Newton, R. H., C. and Khare, K., R. (2007.), „Urgentna medicina”, BESJEDA, Banja Luka: (151-156);
4. Radović, I. i Petrov, B. (2005.), „Raznovrsnost života I”, ZUNS, Beograd: (17-32);
5. Radulović, Š. (2006.), „Mikrobiologija sa epidemiologijom” za 2. razred medicinske škole, ZUNS, Beograd: (187-223);
6. Šerban, N., Cvijan, M., Jančić, R. (2006.), „Biologija” za I razred gimnazije i poljoprivredne škole, ZUNS, Beograd: (62-68);
7. [www.zivotinjsko-carstvo.com/bioskolos](http://www.zivotinjsko-carstvo.com/bioskolos);