



AZƏRBAYCAN TİBB UNIVERSİTETİ
TİBBİ MİKROBİOLOGİYA və İMMUNOLOGİYA KAFEDRASI

Məşğələ 8.

Virusların təsnifatı, morfolojiyası və ultrastruktur

FAKÜLTƏ: *Müalicə-profilaktika*
FƏNN: *Tibbi-mikrobiologiya - 1*

Müzakirə olunan suallar:

- Virusların xüsusiyyətləri, onların digər mikroorqanizmlərdən fərqi.
- Virusların morfologiyası
- Virionun quruluşu: nuklein turşusu, kapsid, virus kapsidinin simmetriya tipləri, superkapsid.
- Virusların təsnifatının müasir prinsipləri.
- DNT- tərkibli virusların fəsilələri
- RNT-tərkibli virusların fəsilələri.
- Prionlar haqqında məlumat.
- Viroidlər haqqında məlumat.

Məşğələnin məqsədi:

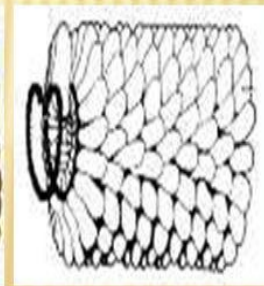
- Tələbələrə hüceyrə quruluşu olmayan mikroorqanizmlər (virus, prion və viroidlər) haqqında məlumat vermək, onları viruslara xas olan ümumi əlamətlər, virusların təsnifatı, morfologiyası və quruluş xüsusiyyətləri ilə tanış etmək.

✓“**Virus**” sözü
latıncadan tərcümədə
“**zəhər**” mənasını
verir.

✓ Bu termini ilk dəfə
L.Paster bakterial
filtrdən süzülən
agentlər üçün
işlətmişdir.

Virusların kəşfi

*Virusların mövcudluğu haqqında
rus botaniki **D.İ.İvanovski** 1892-
ci ildə tütündən mozaika
virusunu bakterial filtrdən
süzülən infeksiya agent
olduğunu müəyyənləşdirmişdir.*



Viruslar digər mikroorqanizmlərdən bir sıra xüsusiyyətlərinə görə fərqlənir:

- Viruslar **hüceyrə quruluşuna malik deyil**. Digər mikroorqanizmlərdə olan hüceyrə strukturları - hüceyrə qışaları, sitoplazma və sitoplazmadaxili strukturlar, nukleoid (nüvə) və s. viruslarda yoxdur;
- Viruslarda ribosom olmur.
- Virusların ölçüləri **çox kiçikdir** və nanometrlərlə ($1 \text{ nm} = 10^{-3} \text{ mkm}$) ölçülür, 15-20 nm-lə 350-400 nm arasında təbəddüd edir;

Viruslar digər mikroorqanizmlərdən bir sıra xüsusiyyətlərinə görə fərqlənir:

- Digər mikroorqanizmlərdən fərqli olaraq viruslarda nuklein turşularından ancaq biri, ya **DNT**, ya da **RNT** olur;
- Viruslar ancaq hüceyrə daxilində çoxala bilirlər. **Obliqat hüceyrədaxili parazitlər** olmaqla, sərbəst metabolitik sistemlərə malik deyillər;
- Viruslar unikal çoxalma üsulu - **reproduksiya** (ingiliscə, *reproduce* - yenidən hasil etmək, təkrar istehsal etmək) yolu ilə çoxalırlar.

Virusların nomenklaturası və ya adlandırılması

- Viruslar onların **törətədiyi xəstəliyin adına müvafiq** (məsələn, quduzluq virusu), bəzən **virusun ilk dəfə aşkar olunduğu yerin adı ilə** (məsələn, Koksaki virusu), bəzən də onu **kəşf edən tədqiqatçıların adı ilə** (məsələn, Epşteyn-Barr virusu) və s. adlandırılır.
- Virusların sistematikasını üçün tətbiq edilən təsnifat vahidləri prokariot və eukariot mikroorqanizmlərdə olduğu kimidir: növ, cins, yarımfəsilə, fəsilə və s.
- Virus fəsilələrinin adları **-viridae** sonluğu ilə, yarımfəsilə - **virinae**, cinsin adı isə **-virus** sonluğu əlavə edilməklə düzəldilir. Məsələn, grip virusları *Orthomyxoviridae* fəsiləsinin *Influenzavirus* cinsinə aiddir.

Virusların nomenklaturası:

Fəsilə (-viridae)



Herpesviridae



Yarım fəsilə (-virinae)



Alphaherpesvirinae



Cins (-virus)



Herpesvirus



Növ



Herpes simplex virus

Virusların təsnifatının müasir prinsipləri:

Virusların müasir təsnifatı aşağıdakı meyarlara əsaslanır:

1. Morfologiyası, ölçüləri və formaları
2. Qişanın olması və olmaması
3. Nukleokapsidin simmetriya tipləri
4. Nuklein turşularının xarakteristikası - onun molekul kütləsi, tipi, molekuldakı zəncirlərin sayı, seqmentlərin olması və s.

Virusların təsnifatı

- Nuklein turşusunun tipinə görə bütün viruslar iki böyük qrupa bölünür:
- RNT tərkibli
- DNT tərkibli

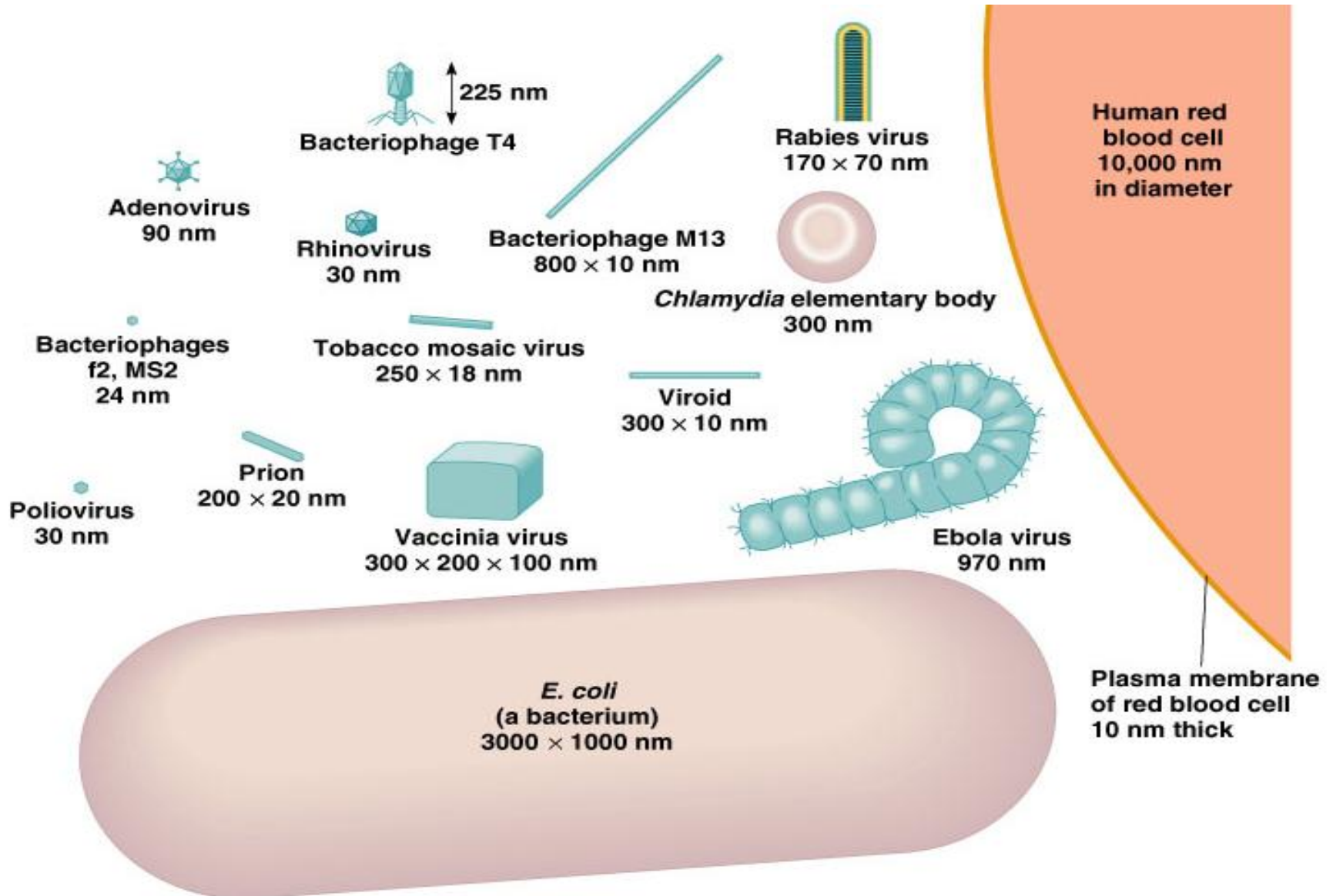
DNT tərkibli viruslar

Fəsilələr	Nuklein turşusunun tipi	Kapsidin simmetriya tipi	Xarici qışa	Əsas nümayəndələri
<i>Parvoviridae</i>	təksaph	Ikosaedral	-	Insanın parvovirusları
<i>Polyomaviridae</i>	İkisaph	Ikosaedral	-	Insanın polioma virusları
<i>Papillomaviridae</i>	İkisaph	Ikosaedral	-	Insanın papilloma virusları
<i>Adenoviridae</i>	İkisaph	Ikosaedral	-	Insanın adenovirusları
<i>Herpesviridae</i>	İkisaph	Ikosaedral	+	Sadə herpes virusları, sitomeqalovirus və s.
<i>Poxviridae</i>	İkisaph	Ikosaedral	-	Təbii çiçək virusu
<i>Hepadnaviridae</i>	İkisaph	Ikosaedral	+	B hepatiti virusu

RNT tərkibli viruslar

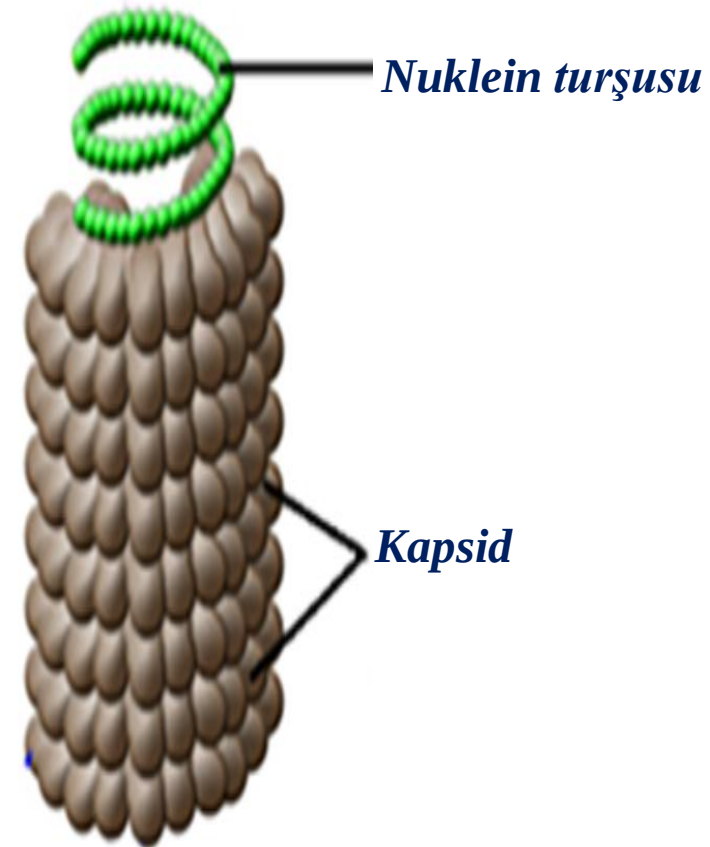
Fəsilələr	Nuklein turşusunun tipi	Kapsidin simmetriya tipi	Xarici qışa	Əsas nümayəndələri
<i>Picornaviridae</i>	(+) təksaplı	Ikosaedral	-	Poliomielit, A hepatiti virusu və s.
<i>Togaviridae</i>	(+) təksaplı	Ikosaedral	+	Məxmərək virusu və s.
<i>Flaviviridae</i>	(+) təksaplı	Ikosaedral	+	C hepatit virusu, Sarı qızdırma, dənge, gənə ensefaliti virusları və s.
<i>Caliciviridae</i>	(+) təksaplı	Ikosaedral	-	Qastroenterit virusları
<i>Coronaviridae</i>	(+) təksaplı	Spiral	+	İnsanın koronavirusları, SARS virusu
<i>Retroviridae</i>	(+) təksaplı	Spiral, bəzən ikosaedral	+	İnsanın immun çatışmazlıq virusları
<i>Filoviridae</i>	(+) təksaplı	Spiral	+	Marbuq və Ebola virusları
<i>Bunyaviridae</i>	(-) təksaplı	Spiral	+	Hemorragik qızdırma virusları və s.
<i>Arenaviridae</i>	(-) təksaplı	Spiral	+	Limfositər xoriomeningit virusu və s.
<i>Orthomyxoviridae</i>	(-) təksaplı	Spiral	+	Qrip virusları
<i>Paramyxoviridae</i>	(-) təksaplı	Spiral	+	Qızılca, paraqrip, epidemik patotit virusları
<i>Rhabdoviridae</i>	(-) təksaplı	Spiral	+	Quduzluq virusu və s.
<i>Reoviridae</i>	(-) ikisaplı	Ikosaedral	-	İnsanın rotavirusları və s.

Viruslar (müqayisəli ölçülər)



Virionun quruluşu

- Virionun mərkəzində nuklein turşusu - DNT, yaxud RNT yerləşir.
- Nuklein turşusu **kapsidlə** (yunanca, *kapsa* - qutu) əhatə olunmuşdur. Kapsid zülali hissəciklərdən - **kapsomerlərdən** ibarətdir. Kapsomerlərin sayı sabit olur.
- Yetkin virion quruluşca nukleokapsiddən ibarətdir.



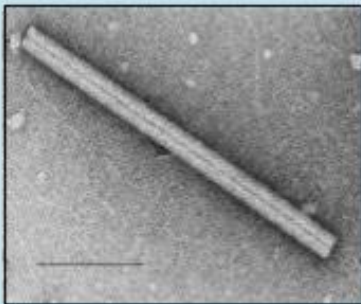
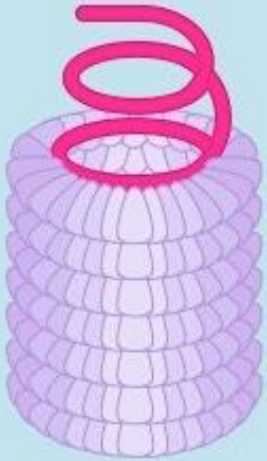
Virusların morfolojiyası

Viruslar morfolojiyasına görə aşağıdakı qruplara bölünür:

1. **Sferik** və ya **kürəvi** viruslar: qrip, parotit, qızılca
2. **Çöpşəkilli** viruslar: quduzluq
3. **Kubşəkilli** viruslar: təbii çiçək, insan və heyvanların papilloma virusları, adenoviruslar, enteroviruslar
4. **Spermatozoidə bənzər** formalar: bakteriofaqlar

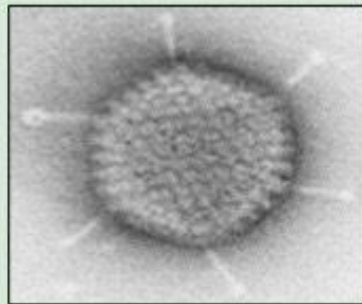
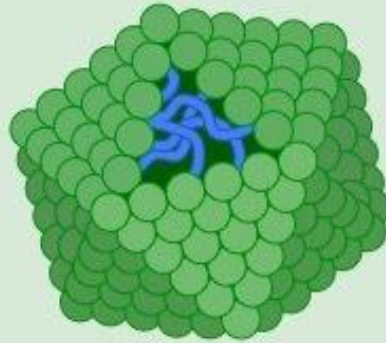
Virusların morfolojisi

Helical



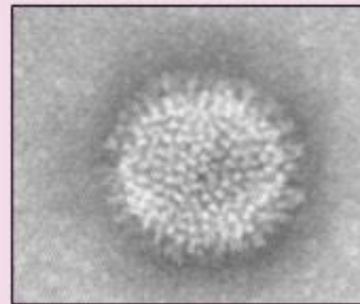
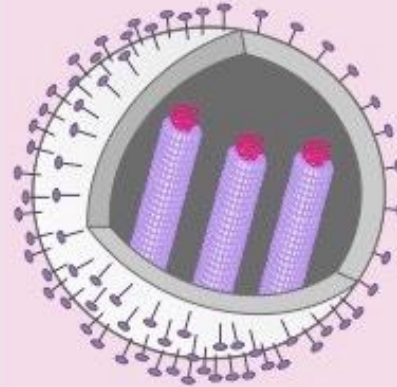
Tobacco Mosaic Virus

Polyhedral



Adenovirus

Spherical



Influenza Virus

Complex

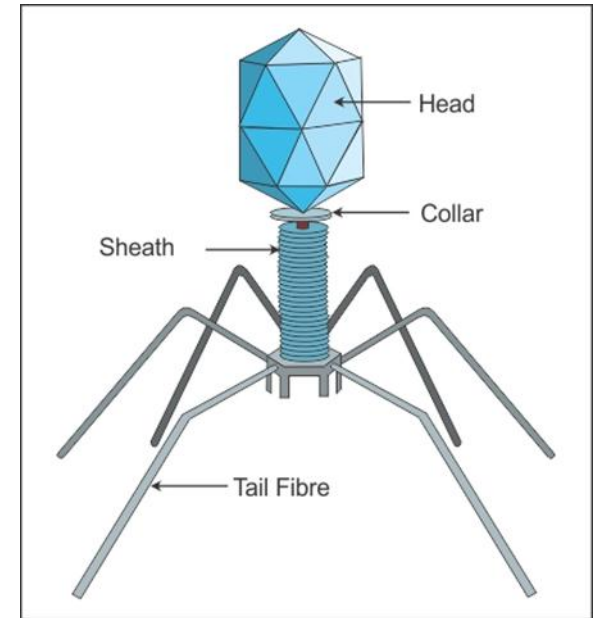
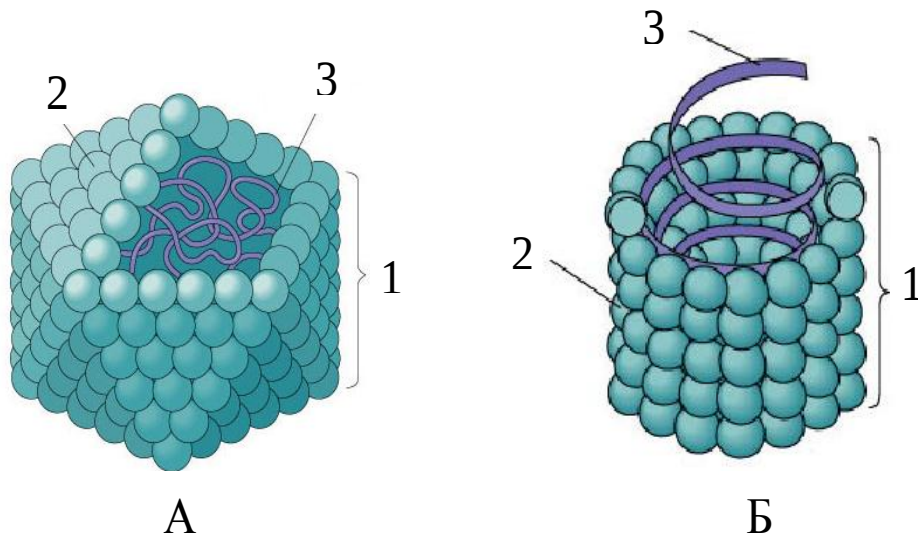


Bacteriophage

Kapsid qışasında kapsomerlərin düzülüşü - nukleokapsidin simmetriya tipləri müxtəlif viruslarda fərqlənə bilər.

- Nukleokapsidin üç simmetriya tipi mövcuddur.
- Bəzi viruslarda kapsomerlər elə düzülür ki, bunlar çoxüzlü, çoxbucaqlı fəza fiqurları (ikosaedr) əmələ gətirir. Buna *kub (ikosaedral) simmetriya* deyilir (məs., adenovirus). Bu simmetriya tipi bir çox viruslara kürəvi forma verir.
- Bəzi viruslarda isə kapsomerlər nuklein turşusu ətrafında spiral şəklində düzülərək sanki spiralşəkilli nuklein turşusunu müşayiət edir. Buna *spiral simmetriya* deyilir və əsasən çöpşəkilli viruslar üçün xarakterdir (məs., quduzluq virusu).
- Bəzi viruslarda *qarışıq tipli simmetriya* müşahidə edilir. Məs., bakteriofaqların baş hissəsi kub, çıxıntısı isə spiral tipli simmetriyaya malikdir.

Viruslarda kapsidin simmetriya tipləri:



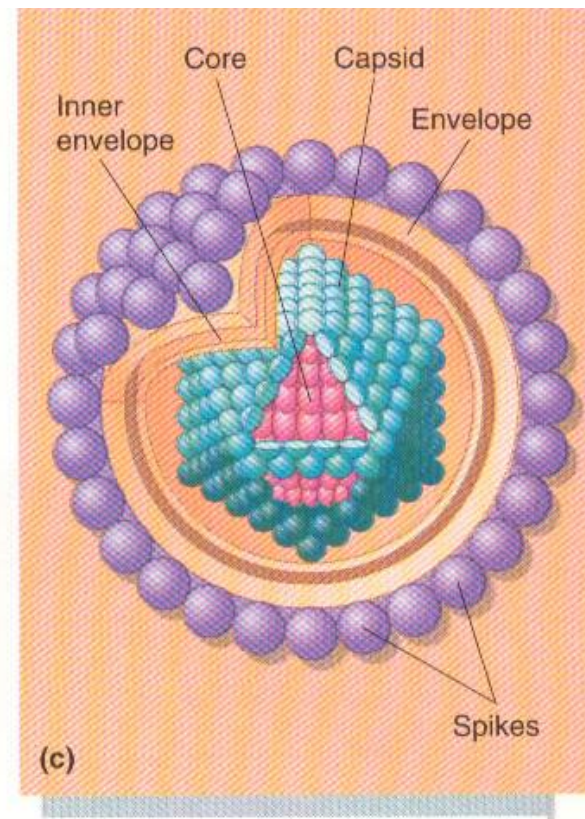
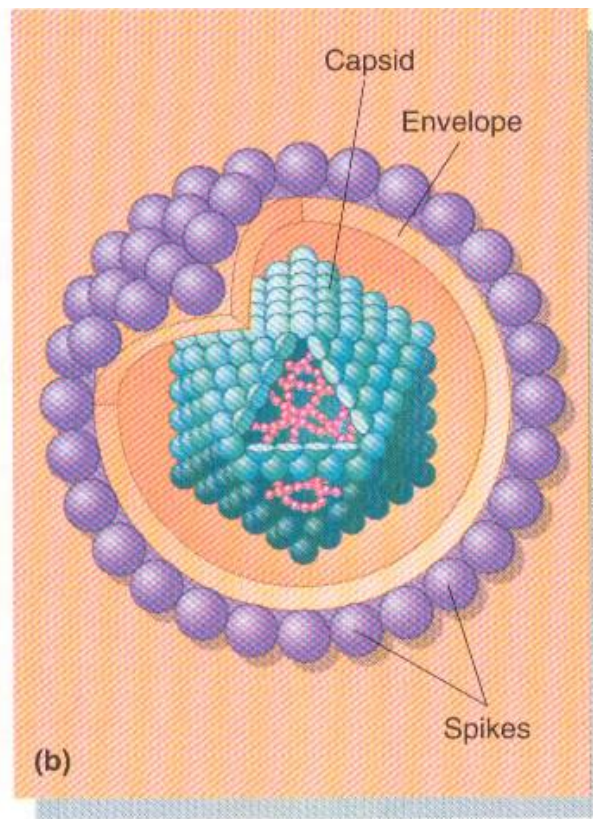
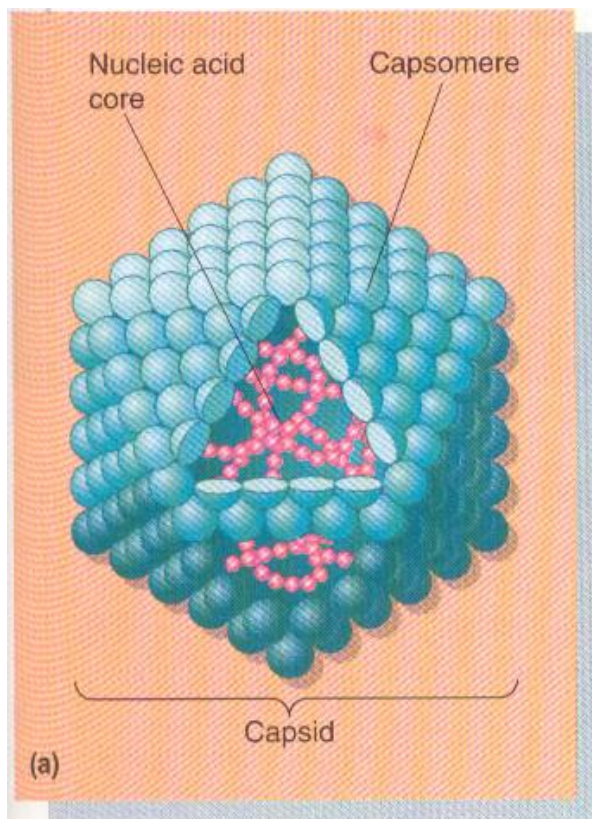
A - ikosaedral, B - spiral simmetriya, C - qarışıq simmetriya;

1-kapsid, 2-kapsomerlər, 3-nuklein turşusu

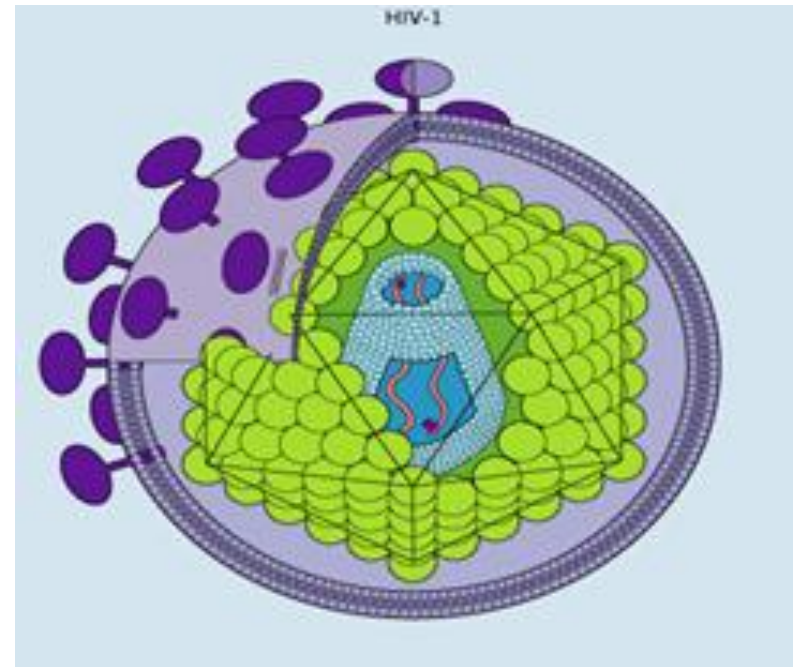
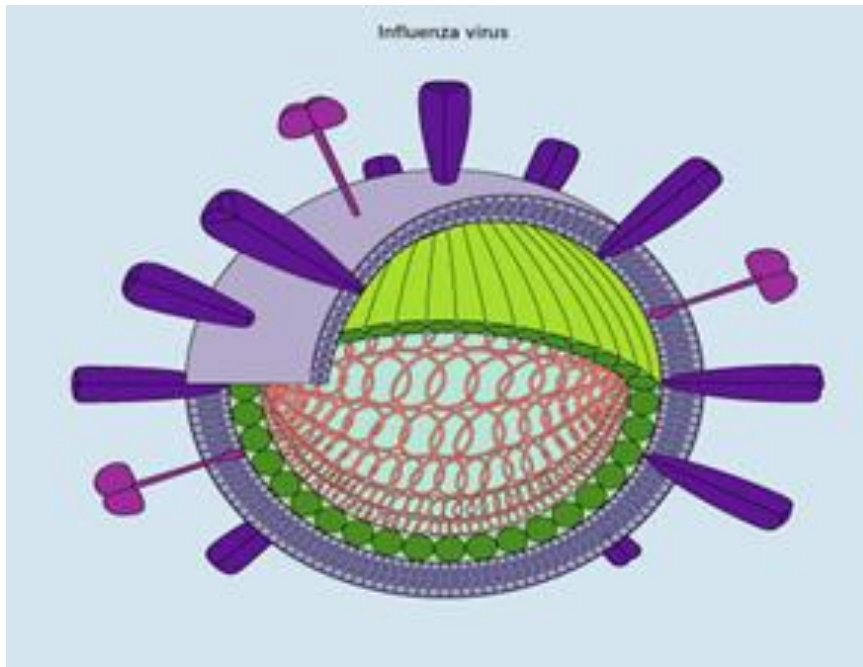
Sadə və mürəkkəb quruluşlu viruslar

- *Sadə quruluşlu viruslar* ancaq nukleokapsiddən ibarətdir.
- *Mürəkkəb quruluşlu viruslarda* isə nukleokapsid əlavə olaraq *xarici qişa - peplos*, yaxud *superkapsid* ilə əhatə olunmuşdur. İkiqat lipidlərdən təşkil olunmuş bu qişa virus sahib hüceyrəni tərk edərkən formalaşır.

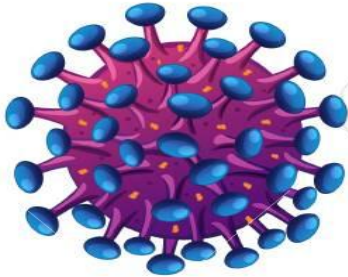
Sadə və mürəkkəb quruluşlu viruslar



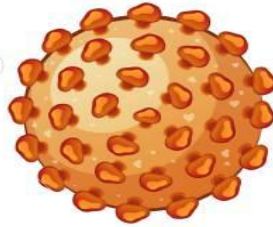
Mürəkkəb quruluşlu virusların bir çoxusunun xarici qışasında qlikoprotein təbiətli **çixıntılara (peplomerlərə)** rast gəlinir.



Müxtəlif quruluşlu virionlar



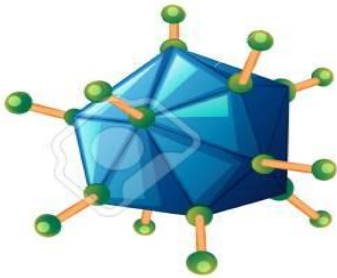
HIV



Hepatitis B



Ebola Virus



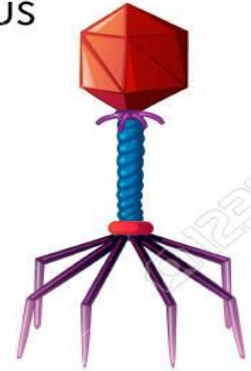
Adenovirus



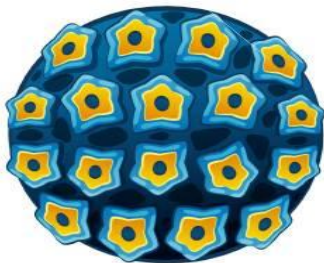
Influenza



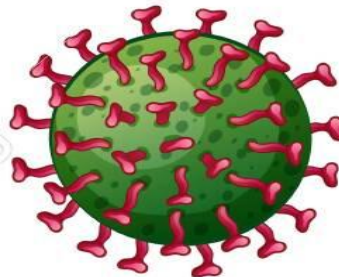
Rabies Virus



Bacteriophage



Papillomavirus

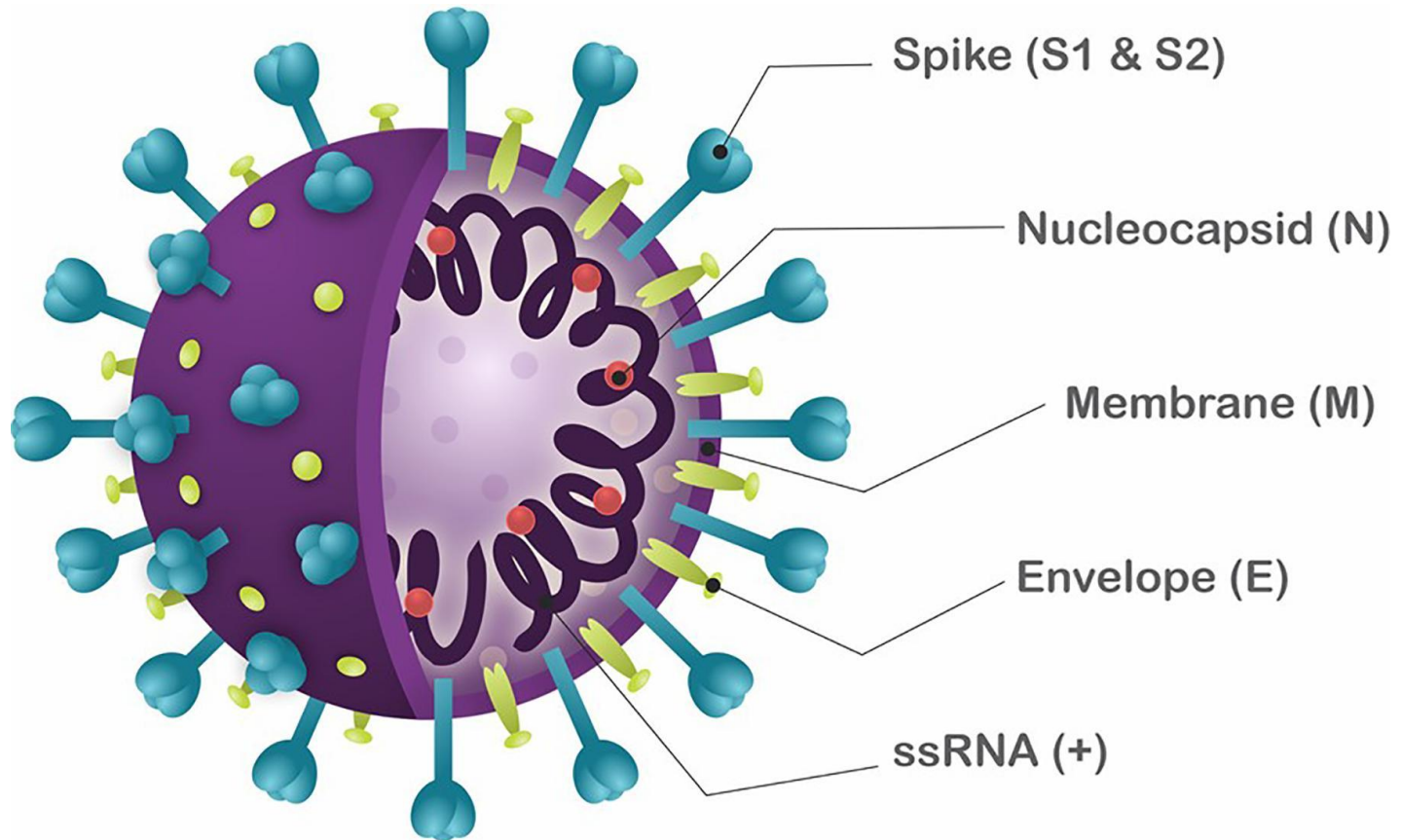


Rotavirus



Herpes Virus

SARS-CoV-2 (COVID-19) virusunun ultrastruktur sxemi



SARS-CoV-2

Virionun kimyəvi tərkibi

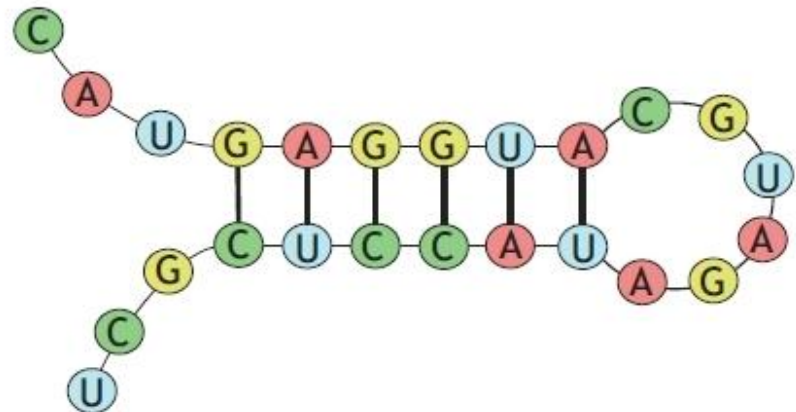
- Virion əsasən nuklein turşularından və zülallardan ibarətdir. Ona görə də viruslara kimyəvi cəhətdən *nukleoproteid* kimi baxmaq olar.
- Mürəkkəb quruluşlu viruslar isə əlavə olaraq **lipid tərkibli xarici superkapsid qışaya** da malikdirlər.
- Virusların tərkibində onların sahib hüceyrə daxilində çoxalmasını təmin edən **virusspesifik fermentlər** də vardır.

Virus zülalları

- Əsasən struktur və fermentativ funksiya daşıyır.
- Qeyd edildiyi kimi virusların kapsid qışası zülallardan ibarətdir.
- Bundan əlavə mürəkkəb quruluşlu virusların xarici qışasının tərkibində də zülallar vardır (xarici qışa çıxıntıları qlikoprotein təbiətlidir).
- Mürəkkəb quruluşlu virusların mühüm struktur elementlərindən olan *matriks zülal (M-zülal)* virus qışasının daxili səthində yerləşir və bu qışanın nukleokapsid zülalları ilə qarşılıqlı münasibətini təmin edir ki, bu da viruslar çoxalarkən virionun formalaşması üçün çox mühümdür.

Düz və əksinə təkrarlanan ardıcılıqlar

- Virus DNT-si unikal nukleotid ardıcılığına malikdir, burada identik nukleotid ardıcılıqları bir dəfə rast gəlinir, lakin molekulun uc hissələrində *düz və əksinə təkrarlanan ardıcılıqlar* mövcud ola bilər.
- Bu, DNT zəncirinin həlqəşəkilli qapanmasına imkan verir (düz və əks təkrarlanan ardıcılıqlar komplementarlıq prinsipi əsasında birləşirlər).



Viruslarda nuklein turşuları (DNT)

- Viruslarda DNT **ikisaplı, həlqəvi** (məs., papovaviruslarda) və **xətti formada** (məs., herpesviruslarda) ola bilər.
- Bəzi viruslar **təksaplı** DNT-yə malikdirlər (məs., parvoviruslar).
- Virus DNT-nin molekul kütləsi 10^6 - 10^8 D arasında təbəddüd edir ki, bu da bakteriyalarda olduğundan on və yüz dəfələrlə azdır.

Viruslarda nuklein turşuları (RNT)

- Viruslarda RNT əsasən **təksaplı formada** olur, lakin bəzən **ikisaplı** (məs., reoviruslarda) da ola bilər.
- Bəzi viruslarda RNT **segmentli (fragmentar)** olur (məs., grip virusunda). Belə quruluş RNT-nin kodlaşdırma qabiliyyətini kifayət qədər artırır.

Funksiyasından asılı olaraq virus RNT-si iki əsas qrupa bölünür:

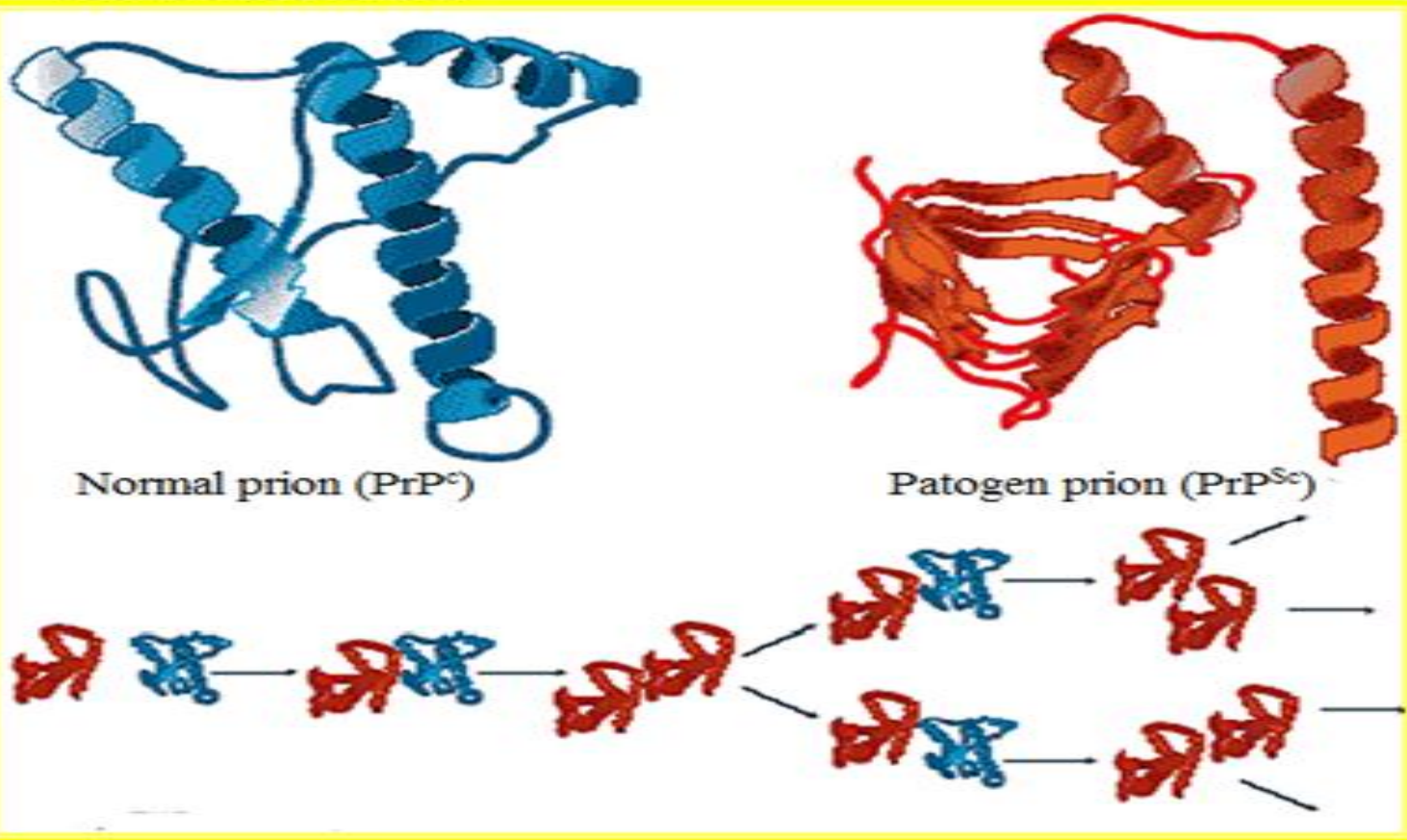
- Bəzi viruslarda RNT irsi informasiyanı bilavasitə sahib hüceyrənin ribosomlarına translyasiya etmək xüsusiyyətinə malikdir, yəni birbaşa məlumat-RNT-si rolunu oynaya bilir. Bunlar ***müsbət saplı RNT (+RNT)***, yaxud ***pozitiv genom*** adlanır.
- Digər viruslarda isə RNT irsi informasiyanı bilavasitə sahib hüceyrənin ribosomlarına translyasiya edə bilmir, yəni birbaşa məlumat-RNT-si rolunu oynaya bilmir. Bunlar ***mənfi saplı RNT (-RNT)***, yaxud ***negativ genom*** adlanır. Belə halda virus RNT-si üzərində əvvəlcə +RNT sintez olunur.

Prionlar

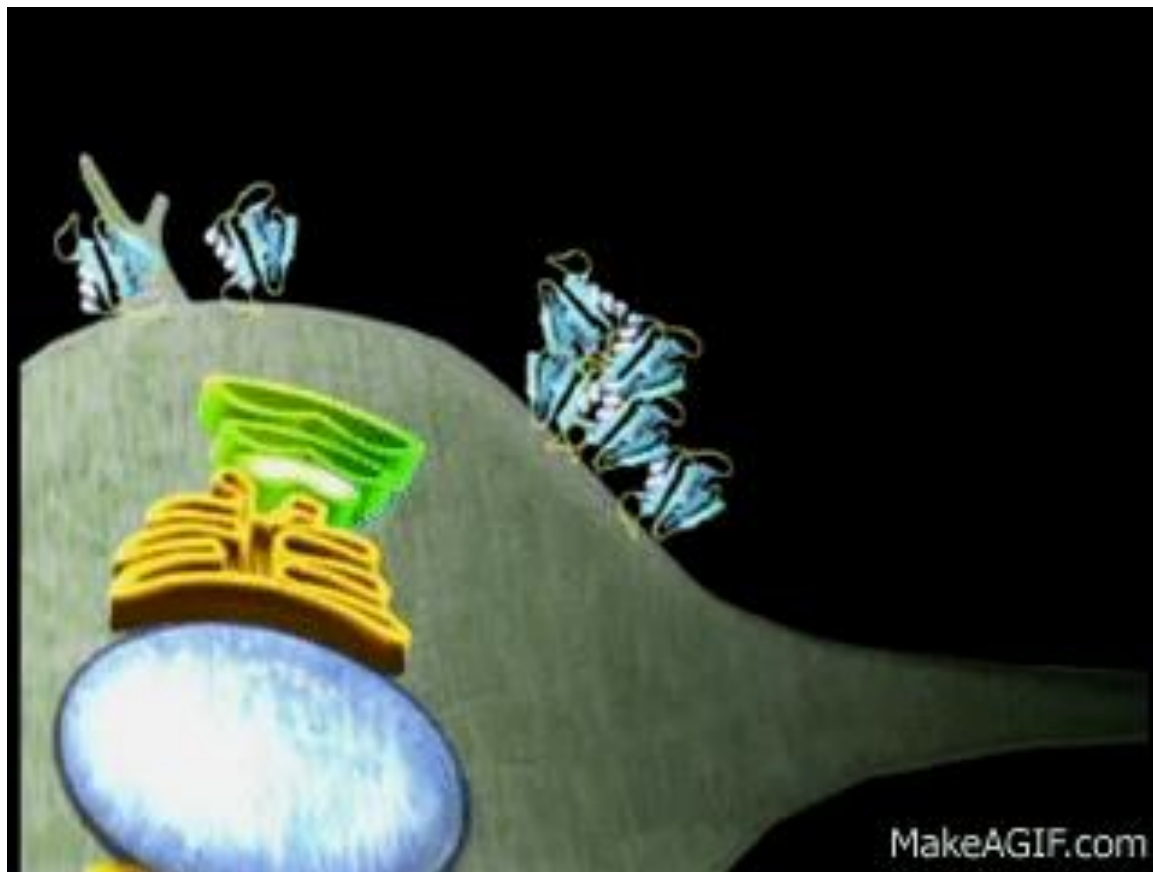
- Prionlar əsasən sialoqlikoproteindən ibarət infeksiya agentlərdir.
- Prion - «infeksiya zülal hissəciyi» (ingiliscə, «proteinaceous infectious particle») adlandırılmışdır.
- Prion terminini 1982-ci ildə ilk dəfə Amerika alimi S.Pruziner təklif etmişdir.
- Nuklein turşuları yoxdur.
- Normal prion zülalı (Pr^c) heyvan, eləcə də insan orqanizmlərində mövcuddur və bir sıra tənzimədi funksiyaları həyata keçirir.
- Normal Prion zülalının sintezini insanın XX xromosomunda yerləşən Pr^c -geni kodlaşdırır.

İnfeksiyon prion zülalı normal prion zülalından üçüncülü və dördüncülü quruluşuna görə fərqlənir.

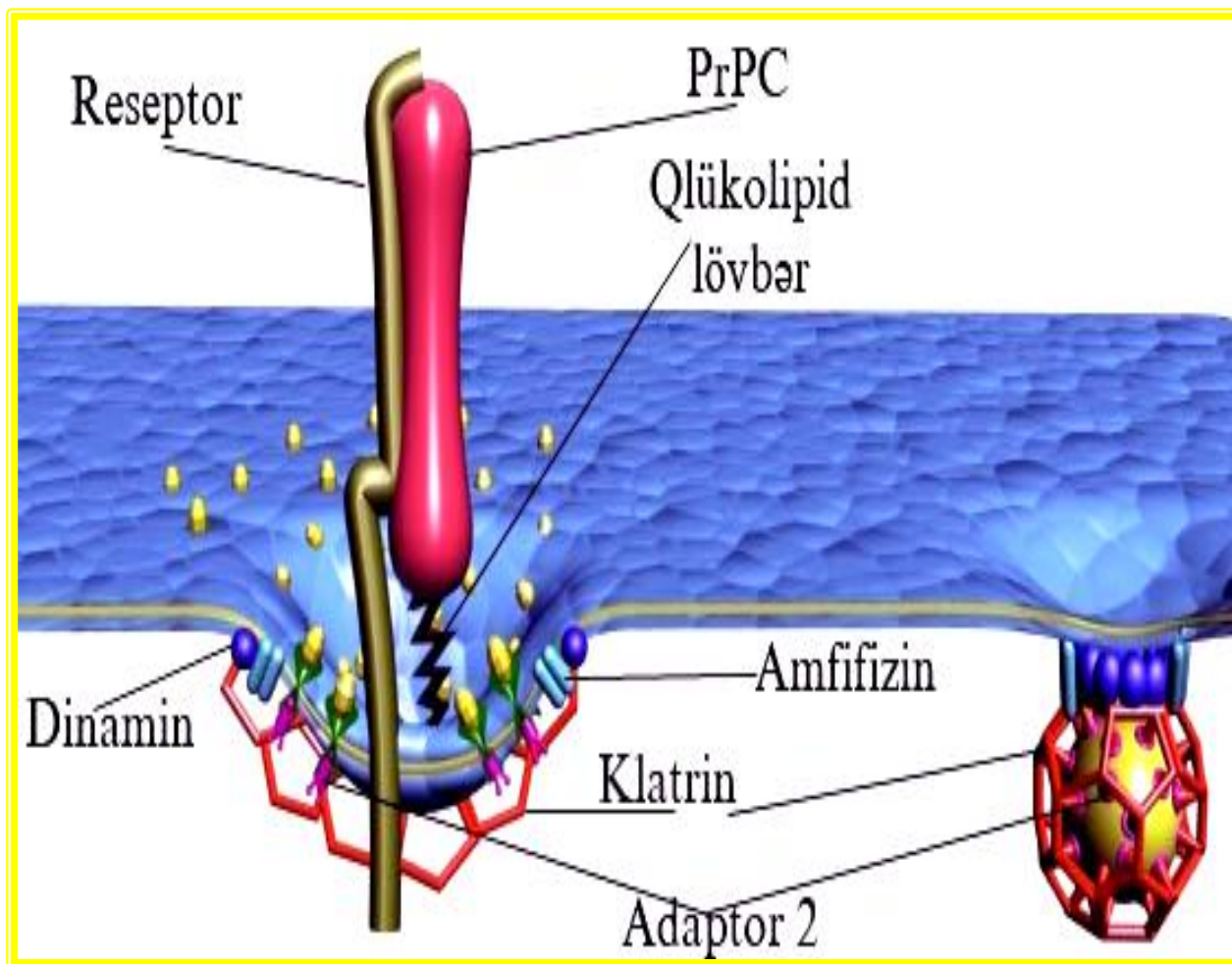
PrP^c-nin PrP^{Sc}-yə keçmə mexanizmi



Hüceyrədə prion zülalının sintezi



Prion zülalının hüceyrə zarında lokalizasiyası



Prion xəstəlikləri

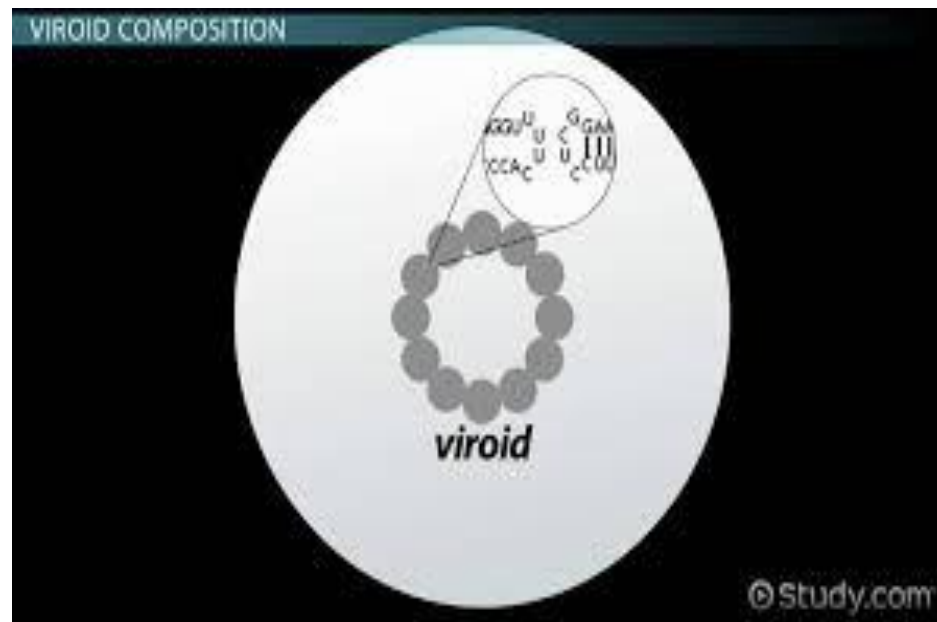
- **Kuru** - 1057-ci ildə Yeni Qvineyada K.Qayduşek tərəfindən aşkar edilmişdir. Kuru xəstəliyi zamanı mərkəzi sinir sisteminin pozğunluğu baş verir.
- **Kreytsfeld** - Yakobson xəstəliyi pramidal və ekspramidal sinir yollarının progressivləşən dissimilyasiya simptomları ilə xarakterizə olunur.
- **1996-ci ildə inəklərdə süngərvari ensefalopatiya** epizootiyaları (**qaramal quduzluğu**) İngiltərədə, Şimali Avropada başlamışdır.
- **Prion** xəstəliklərində immunitet yaranmır.

Diagnostika

- Prionların törətdiyi patoloji proseslərin tanınması müvafiq toxumaların (sinir toxuması) **histoloji** müayinəsinə əsaslanır.
- Beyindən hazırlanmış histoloji kəsiklərdə patoloji prosesin xarakteri öyrənilir.

VIROİDLƏR

- Viroidlər quruluş baxımdan həlqəvi, superspirallaşmış təkqatlı RNT-dən ibarətdir.
- Zülalsız infeksiya hissəciklərdir.
- Antigen xüsusiyyətləri yoxdur.
- Viroidlər çox kiçik ölçüdə olurlar.
- RNT molekullarının uzunluqları $1-10^6$
- 300-400 nukleotiddən təşkil olunmuşdur.



Viroidlər əsasən bitkilərdə xəstəliklər törədir.
(viroidlə zədələnmiş kartof)

