



***HÜCEYRƏ CANLI  
ORQANİZMLƏRİN MORFO-  
FUNKSIONAL VAHİDİDİR***



***Azərbaycan Tibb Universiteti***

***"Tibbi biologiya və genetika" kafedrası***

***Dosent Ə.P.Əzizov***

# ***Müzakirə olunan məsələlər***

- ***Prokariot və eukariot hüceyrələr***
- ***Plazmatik membran***
- ***Sitoplazma və sitoskelet***
- ***Hüceyrənin orqanelləri***
- ***Nüvə, nüvəcik, nüvənin lamin kompleksi***
- ***Hüceyrənin həyat dövriyyəsi***
- ***Əsas buraxılış-nəzarət nöqtələri***
- ***Hüceyrənin qocalması və ölümü***

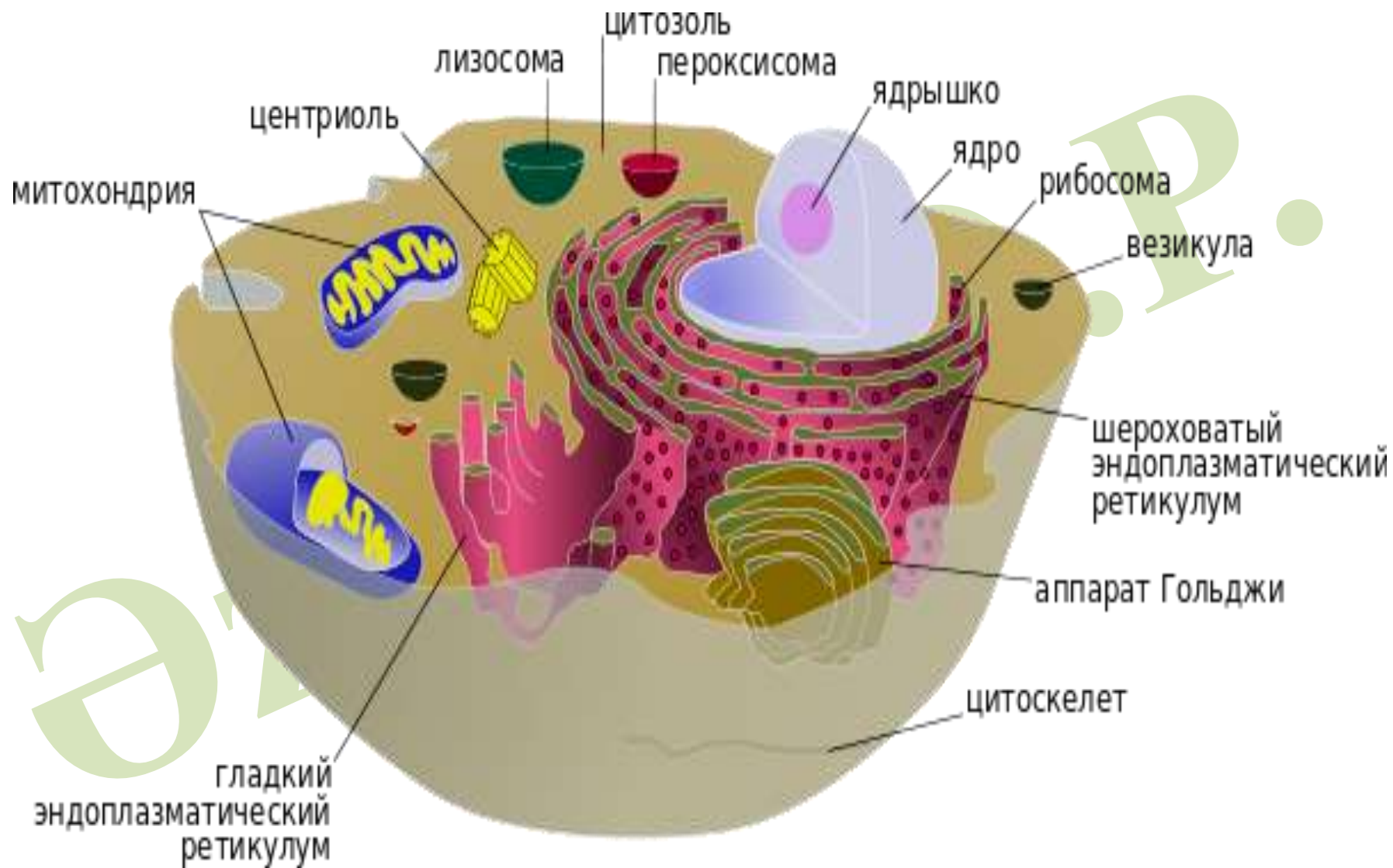
# ***Prokariot və eukariot hüceyrələr***

- Hüceyrə viruslardan başqa, bütün canlıların quruluşunun və funksiyalarının elementar vahididir.
- Hüceyrə mübadilə proseslərini həyata keçirir və Çoxalma qabiliyyətinə malikdir.
- Bir hüceyrədən təşkil olunmuş orqanizmlər birhüceyrəlilər (ibtidailərin əksəriyyəti və bakteriyalar) adlanır.
- Prokariotların nüvəsi yoxdur, daha sadə quruluşludur, onlar təkamül baxımından daha qədimdir.

# ***Prokariot və eukariot hüceyrələr***

- **Prokariotlarda ribosomlardan başqa, digər hüceyrə orqanelləri inkişaf etməmişdir.**
- **Eukariotlar mürəkkəb quruluşlu olub təkamül baxımından daha sonralar formalaşan, nisbətən cavan qrupdur.**
- **Eukariotlarda nüvə və hüceyrə orqanelləri tam inkişaf etmişdir, mürəkkəb membran sistemləri müxtəlif funksiyaları yerinə yetirir.**
- **Bütün orqanizmlərin hüceyrələri vahid quruluş prinsipinə tabedir.**

# *Eukariot hüceyrə*



# *Heyvan hüceyrəsinin səthi kompleksi*

- **Heyvan hüceyrəsinin səthi kompleksi mürəkkəb quruluşludur.**
- **Səthi kompleks qlikokaliks, plazmatik membran və plazmatik membranın bilavasitə altında yerləşən sitoplazmatik korteksdən və ya kortikal qatdan təşkil olunmuşdur.**
- **Plazmolemmaın qalınlığı 10 nanometrə qədərdir.**
- **Plazmolemma hüceyrəni xarici mühitdən ayırır, qida maddələrini, sintez və parçalanma məhsullarını daşıyır, mübadilə proseslərini tənzimləyir.**

## ***Kortikal qat***

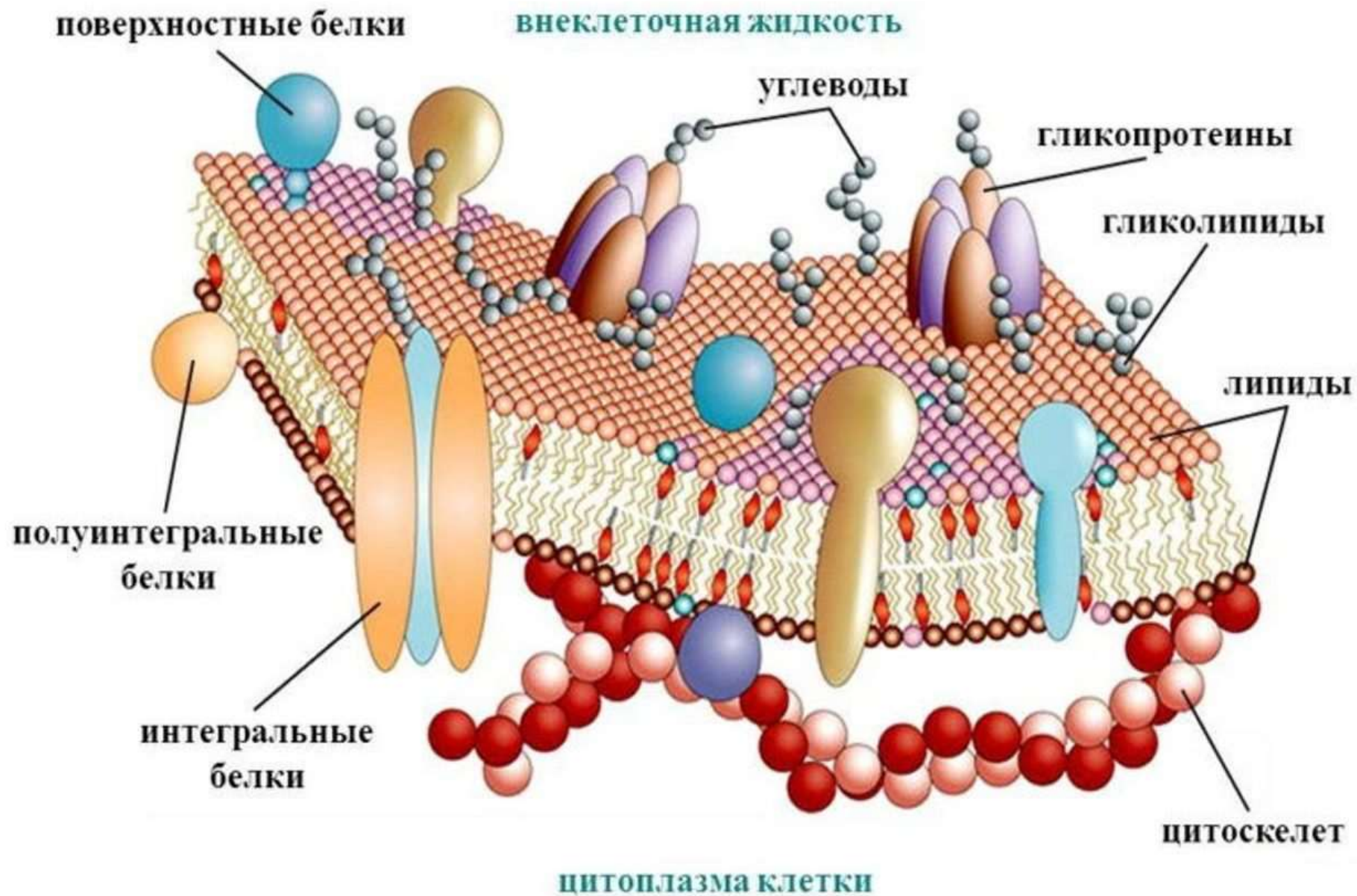
- **Sitoplazmanın kortikal qatında sitoskeletin spesifik elementləri kimi mikrofilamentlər - aktin fibrillər yerləşir.**
- **Korteksin əsas və demək olar ki, ən mühüm funksiyası hüceyrələrin psevdopodial reaksiyalarını təmin etməkdir.**
- **Korteksin psevdopodial reaksiyalarına psevdopodilərin tullanması, yığılması və onlar vasitəsi ilə yapışması aiddir.**
- **Bu proseslər zamanı aktin mikrofilamentlər uzanıb – qısalmaqla öz yerlərini dəyişirlər.**



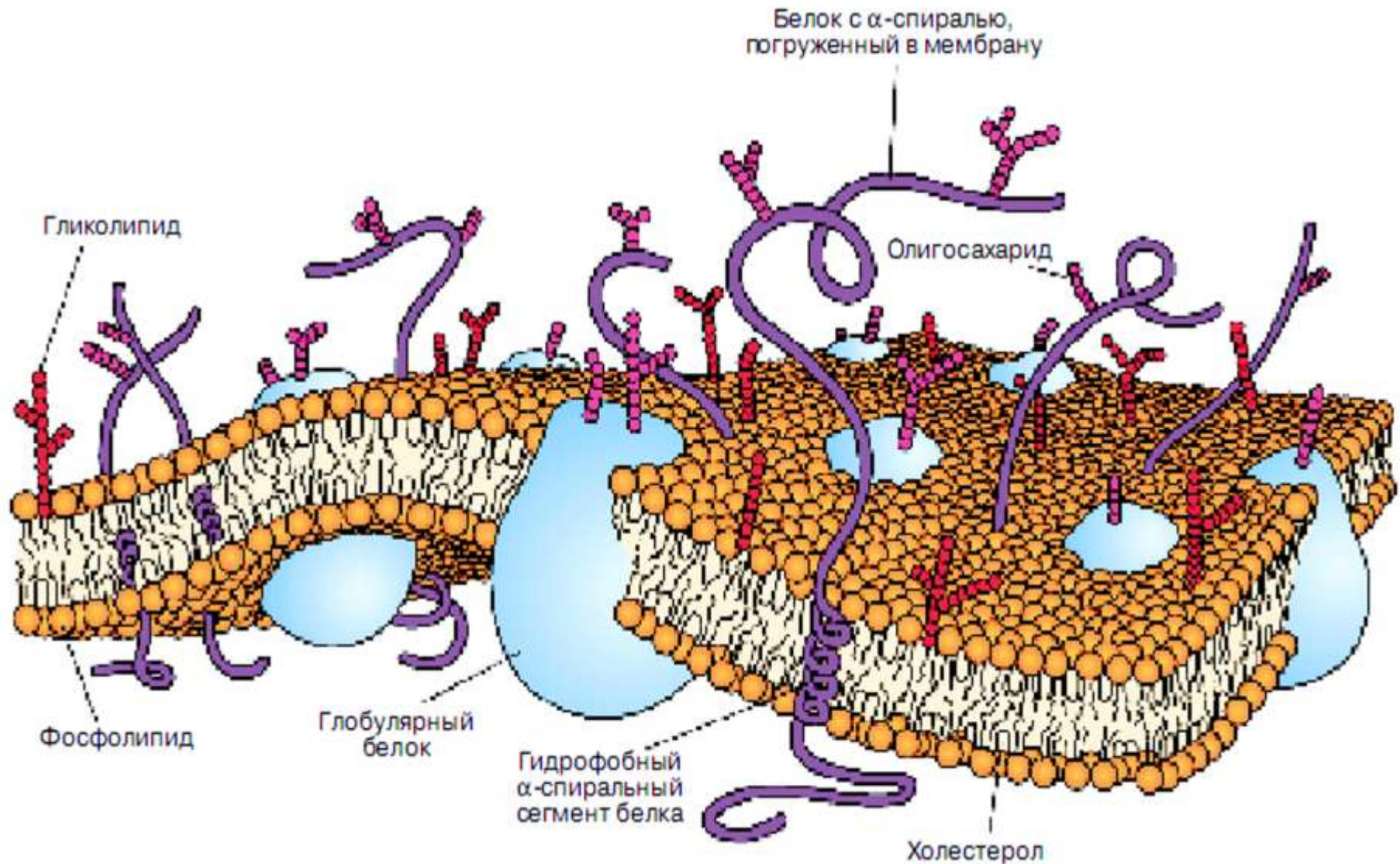
# *Plazmatik membran*

- Membranlar 2 cərgədə düzülmüş və üç sinfə aid edilən lipidlərdən - fosfolipidlər, qlikolipidlər və xolesteroldan əmələ gəlmişdir.
- Fosfolipidlər və qlikolipidlər mənfi yüklü hidrofil başcıqdan, ona birləşmiş müsbət yüklü iki uzun hidrofob karbohidrat zəncirindən – quyruq hissədən ibarətdir.
- Membranın daxili mənfi (başcıq), xarici səthləri müsbət (quyruq) yüklənmişdir.
- Xolesterol membranın sərtliyini təmin edir. Xolesterol lipidlərin hidrofob quyruq hissələri arasındakı sahələrdə yerləşir.

# Plazmatik membranin maye-mozaiik quruluşu



# Plazmatik membranin maye-mozak quruluşu



## ***Plazmatik membran***

- **Xolesterol lipidlərin hidrofob quyruq hissəsinin əyiməsinin qarşısını alır.**
- **Ona görə də tərkibində xolesterolun miqdarı az olan membranlar yumuşaq olur və formasını dəyişir. Əgər membranda xolesterolun miqdarı çoxdursa, o, daha sərt və kövrək olur.**
- **Xolesterol müsbət və mənfi yüklü molekulların bir hüceyrədən digərinə keçməsinin qarşısını alır.**
- **Plazmatik membranın mühüm hissəsini zülallar təşkil edir. Onlar lipid qatının dərinliklərində yerləşir, bəzən hər iki tərəfi dəlib keçir və membranın xassələrini müəyyən edirlər.**

# ***Plazmatik membran***

- Müxtəlif plazmatik membranlar zülal molekullarının tərkinə və oriyentasiyasına (funksiyasına) görə fərqlənir.
- Membran zülalları ilə bir cərgədə həmişə annulyar lipidlər yerləşir.
- Annulyar lipidlər az hərəkətlidir, daha təkmil quruluşa malikdir.
- Annulyar lipidlərin tərkibi doymuş yağ turşuları ilə zəngindir və zülalla birlikdə membrandan ayrılır.
- Annulyar lipidlər olmadan membran zülalları fəaliyyət göstərmir.

# *Plazmatik membran*

- **Bioloji membranların təkibinə müxtəlif zülallar daxildir:**
- **İnteqral zülallar – plazmatik membranın hər iki tərəfini dəlib keçir.**
- **Yarıminteqral zülallar – bir ucu ilə plazmatik membranın ya xarici, ya da daxili lipid qatlarının müxtəlif dərinliklərinə keçir.**
- **Səthi və ya periferik zülallar – plazmatik membranın xarici və daxili səthlərinə birləşir, lipid qatının daxilinə keçmir.**

# *Plazmatik membranın funksiyaları*

- ***Baryer*** - maddələr mübadiləsinin tənzimlənmə, seçici, passiv və aktiv keçiriciliyi təmin edilir.
- ***Nəqliyyat*** - membran vasitəsi ilə maddələrin hüceyrədən və hüceyrəyə daşınması baş verir.
- ***Matriks*** - membran zülallarının müəyyən qaydada yerləşməsini və orientasiyasını, onların optimal qarşılıqlı təsirini təmin edir.
- ***Mexaniki*** – hüceyrənin və hüceyrədaxili quruluşların tamlığını, eləcə də digər hüceyrələrlə birləşməsini təmin edir.

# *Plazmatik membranın funksiyaları*

- ***Energetik*** – mitoxondri membranlarında yerləşən zülallar enerjinin çevrilməsi və daşınması sistemində tərkibində hüceyrə tənəffüsünü təmin edir.
- ***Reseptor*** - membranın tərkibinə daxil olan bəzi zülallar reseptorlardır və onların vasitəsi ilə hüceyrə müxtəlif qıcıqları və siqnalları qəbul edir.
- ***Fermentativ*** – membran zülalları əksər hallarda aktiv fermentlərdir.



# *Plazmatik membranın funksiyaları*

- ***Marker*** – membranda bütün hüceərələri tanımağa imkan verən və markerlər kimi fəaliyyət göstərən qlikoprotein tərkibli antigenlər vardır.
- ***Biopotensialların generasiyası və onların istiqamətləndirilməsi*** - membran hesabına hüceyrədə ionların qatılığının sabit səviyyəsi təmin olunur.
- $K^+$  ionlarının qatılığı xarici mühitə nisbətən hüceyrənin daxilində dəfələrlə çoxdur.  $Na^+$  ionlarının qatılığı isə  $K^+$  ionları ilə müqayisədə hüceyrədə azdır.

# *Sitoplazma*

- **Sitoplazma hüceyrənin plazmatik membranla əhatə olunan yarımmayə daxili mühitidir.**
- **Hialoplazma sitoplazmanın tərkib hissəsidir. Hialoplazma sitoplazmanın əsas şəffaf maddəsi olub özündə hüceyrənin bütün orqanellərini birləşdirir.**
- **Sitoplazma böyümə qabiliyyətinə malikdir. O, öz-özünü törədə bilir və bərpa edir.**
- **Nüvəsiz sitoplazma uzun müddət yaşaya bilmir. Nüvənin də sitoplazmasız yaşaması mümkün deyil.**

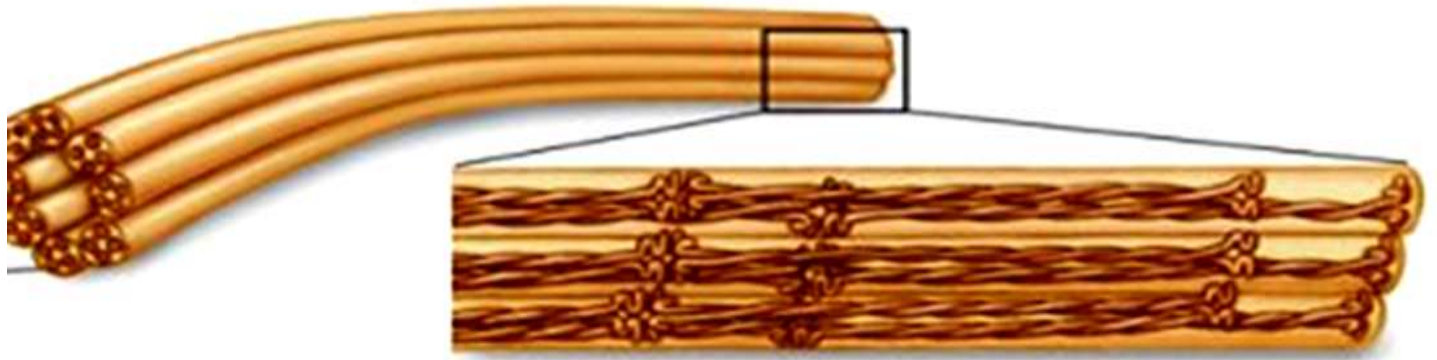
# *Sitoskelet*

- ***Trabekulyar tor*** və ya sitoskelet canlı hüceyrənin sitoplazmasında qəfəs (karkas) rolunu oynayır. Eukariotların bütün hüceyrələrində sitoskelet vardır.
- Sitoskelet dinamik quruluşdur. O, hüceyrələrin formalarının xarici mühitin təsirlərinə uyğunlaşmasını və quruluşun qorunmasını təmin edir.
- Trabekulyar tor vasitəsi ilə ekzositoz və endositoz, bütöv bir hüceyrənin hərəkəti, hüceyrədaxili aktiv daşınma və hüceyrənin bölünməsi təmin olunur.

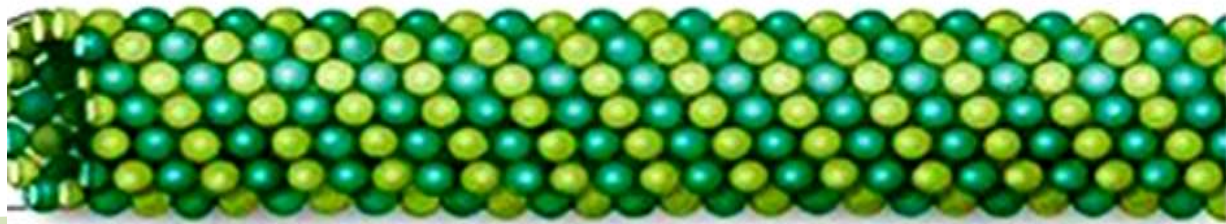
# *Sitoskelet*

- Sitoskelet zülallardan əmələ gəlmişdir. Onların bir neçə əsas sistemləri ayırd edilir:
- elektron-mikroskopik tədqiqatlar zamanı qeyd edilən əsas struktur elementlərə görə; *mikrofilamentlər, aralıq filamentlər, mikrorucuqlar.*
- Mikrofilamentlərin, aralıq filamentlərin və mikrorucuqların tərkibinə daxil olan əsas zülallara görə: *aktin-miozin sistemində, keratinlərə, tubulin-dinein sistemində görə.*

# *Struktur elementlərə görə sitoskelet*



промежуточный филамент



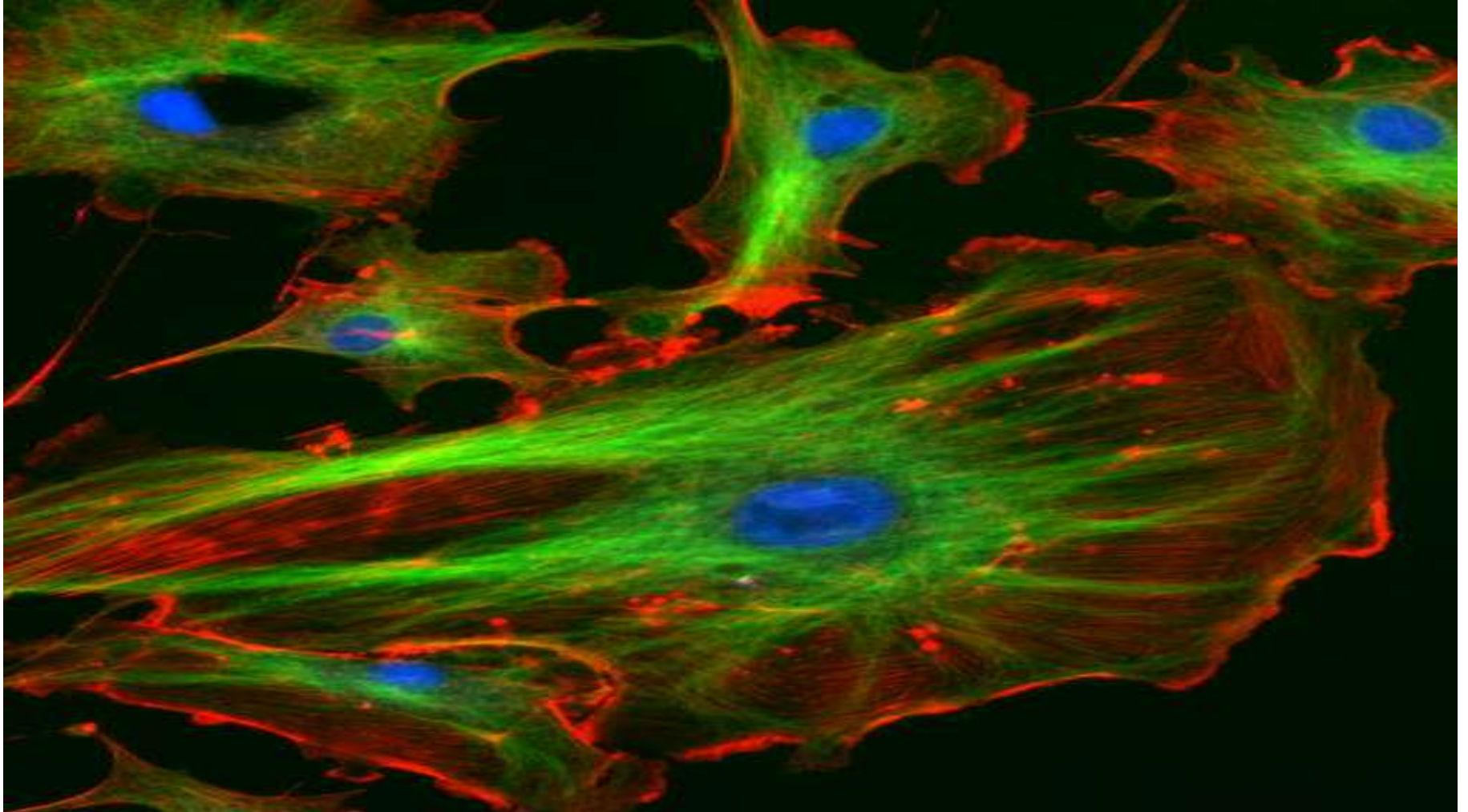
микротрубочка



микрофиламент

# *Əsas zülallara görə sitoskelet*

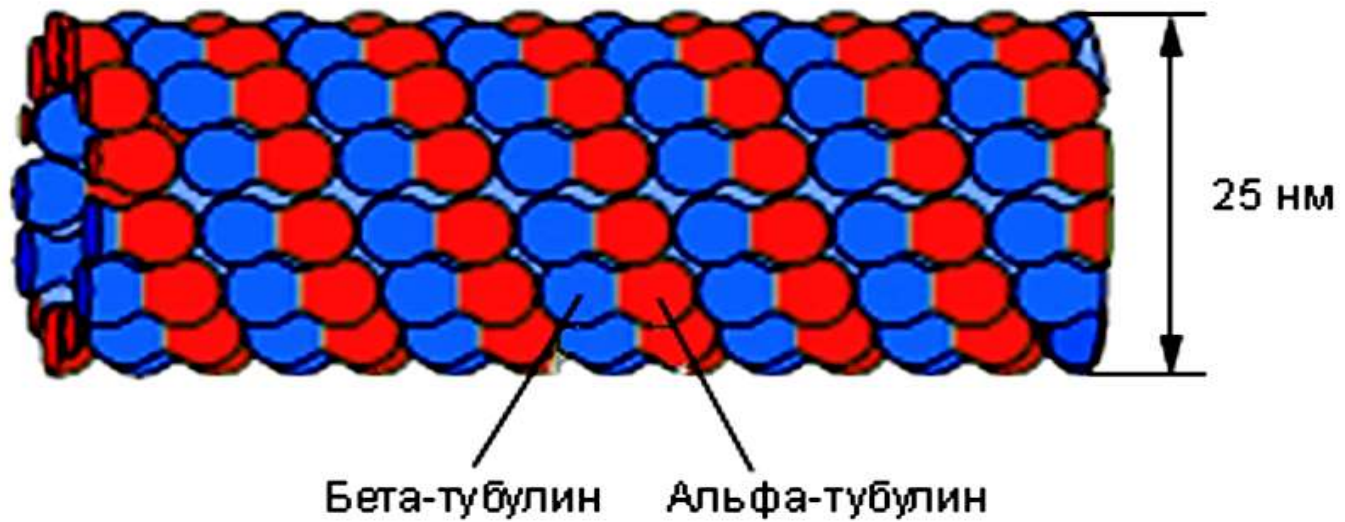
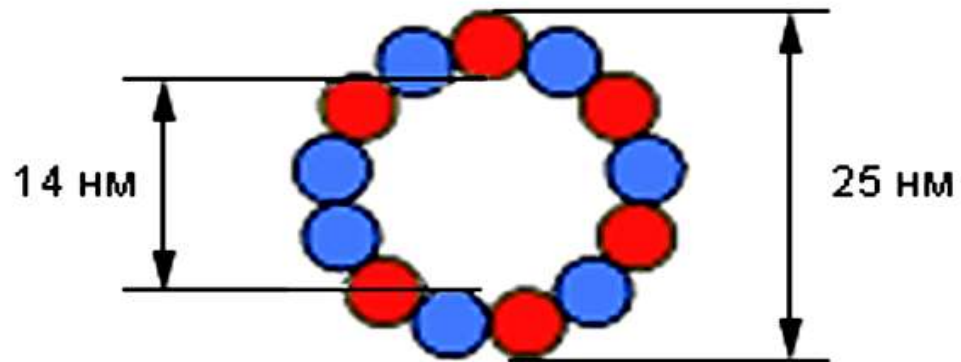
*Aktin mikrofilamentlər qırmızı, mikroborucuqlar – yaşıl,  
nüvə - mavi rənglə boyanmışdır*



# ***Mikroborucuqlar***

- **Mikroborucuqlar eukariot hüceyrələrdə membransız orqanellər olub, diametri 25 nm olan içi boş silindrlərdir.**
- **Onların uzunluğu bir neçə mikrometrdən bir neçə millimetərə (sinir hüceyrələrinin aksonları) qədər ola bilər.**
- **Aktin mikrofilamentlər kimi, mikroborucuqların ucları yüklüdür. Onların bir ucunda borucuqların öz-özünə yığılması, əks ucda isə dağılması prosesləri gedir.**

# *Mikroborucuqlar*





# *Mikroborucuqlar*

- Mikroborucuqlar  *$\alpha$ - $\beta$ -tubulin heterodimerlərin* 13 protofilamentlərindən əmələ gəlmiş quruluşlardır. Bu protofilamentlər boş silindrin ətrafında dairə boyu düzülmüşlər. Silindrin xarici diametri 25 nm, daxili – 14 nm-ə qədərdir.
- Mikroborucuqlar müsbət yüklü ucu ilə özünə yeni-yeni  *$\alpha$ - $\beta$ -tubulin heterodimerlərini* birləşdirir və onlardan azad olur.
- Mikroborucuqların mənfi yüklü ucunda da bu proseslər gedir, lakin  *$\alpha$ - $\beta$ -tubulin heterodimerlər* daha çox ayrılırlar.

# Микроворусиqlар

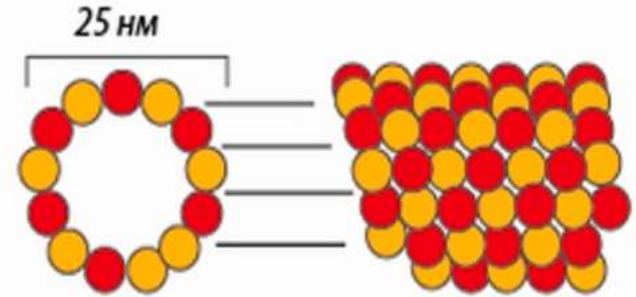
связывание GTP и медленный гидролиз



$\alpha\beta$

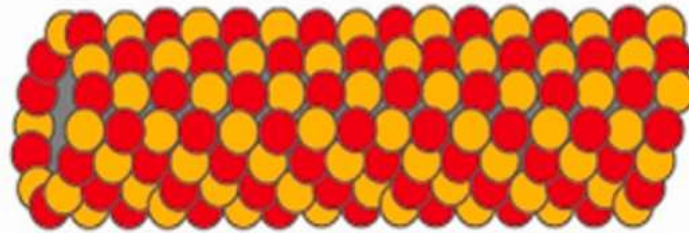


протофиламент



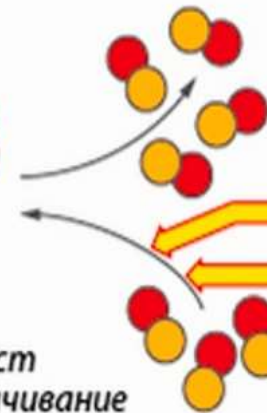
микротрубочки цилиндрический полимер

тубулин гетеродимер,  
53 и 55 кДа



⊖-конец: стабилизация путем  
связывания с центросомой

⊕-конец: рост  
или цкорачивание



растительные  
алкалоиды:  
винбластин,  
винкристин,  
колхицин,  
таксол

# *Mikroborucuqlar*

- Mikroborucuqların tubulinlərdən yığılması yalnız ***GTP quanozintrifosfat və magnezium ionlarının*** iştirakı ilə baş verir.
- Nüvənin yaxınlığında yerləşən sentrosoma mikroborucuqların təşkilinin mərkəzi – MBTM kimi fəaliyyət göstərir. Mikroborucuqlar MBTM – dən hüceyrənin periferiyasına (kənara) doğru inkişaf edir.
- Hüceyrə bölünən zaman mikroborucuqlar sürətlə inkişaf edir, xromosomların düzgün orientasiyası mitoz bölünmə iyunin əmələ gəlməsi üçün şərait yaradır.

# *Mikroborucuqlar*

- Hüceyrədə mikroborucuqlar müxtəlf maddələrin daşınması və orqanellərin hərəkəti üçün rels kimi istifadə olunur.
- Mikroborucuqların səthi ilə membran qovuşuqları və mitoxondrilər öz yerini dəyişə bilir. *Mikroborucuqlar boyunca nəql olunma (daşınma) hərəkət (motor) zülalları vasitəsi ilə təmin olunur.*
- Motor zülallar yüksək molekullu birləşmələr olub hər birinin kütləsi 300 kDa olan iki ağır zəncirdən və bir neçə yüngül zəncirlərdən təşkil olunmuşdur.

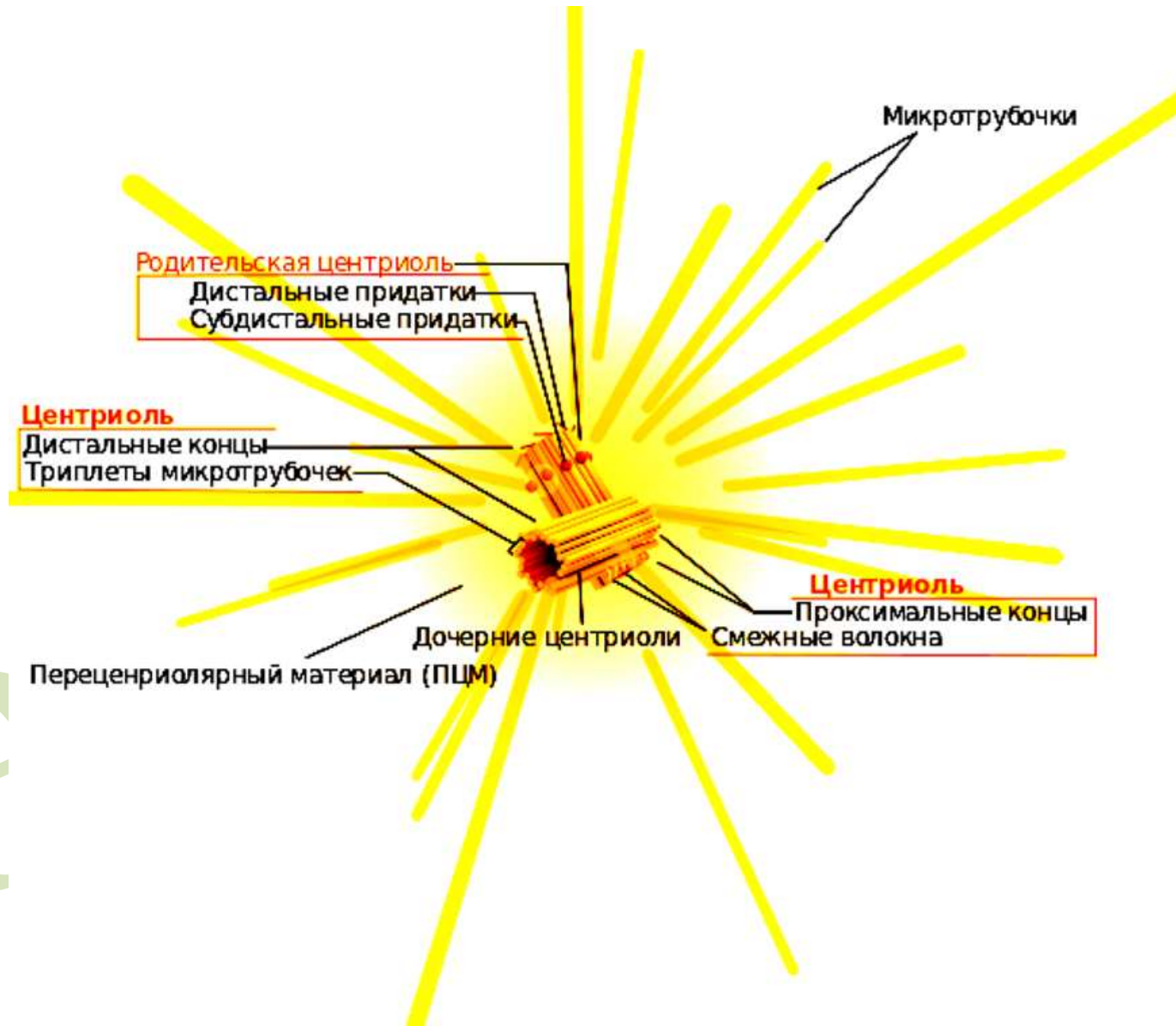
# *Mikroborucuqlar*

- **Motor zülalların iki növü ayırd edilir: sitoplazmatik dineinlər və kinezinlər.**
- **Dineinlər yükləri mikroborucuqların müsbət + ucundan onun mənfi – ucuna yəni hüceyrənin periferiyasından sentrosomaya doğru daşıyır.**
- **Kinezinlər mikroborucuqların mənfi - ucundan müsbət + uca doğru, yəni sentrosomadan hüceyrə periferiyasına doğru yerini dəyişir.**
- **Sitoplazmatik *motor zülallarda ATF-biləşdirici sahələr olduğundan onlar hərəkət edərkən ATF enerjisindən* istifadə edirlər.**

# *Sentrosoma*

- **Sentrosoma və ya hüceyrə mərkəzi eukariot hüceyrələrdə membransız orqaneldir. Hüceyrə mərkəzi iki sentrioldan və sentriolətrafi materialdan təşkil olunmuşdur.**
- **Eukariot hüceyrələrdə MBTM bölünmədə və bölünmə iyninin formalaşmasında iştirak edir.**
- **Sentrosoma heyvan hüceyrələri üçün səciyyəvi xüsusiyyət sayılır.**
- **İnsanın bir sıra irsi xəstəlikləri sentrosoma zülallarını kodlaşdıran genlərdə baş verən mutasiyalarla əlaqədardır.**

# Sentrosoma

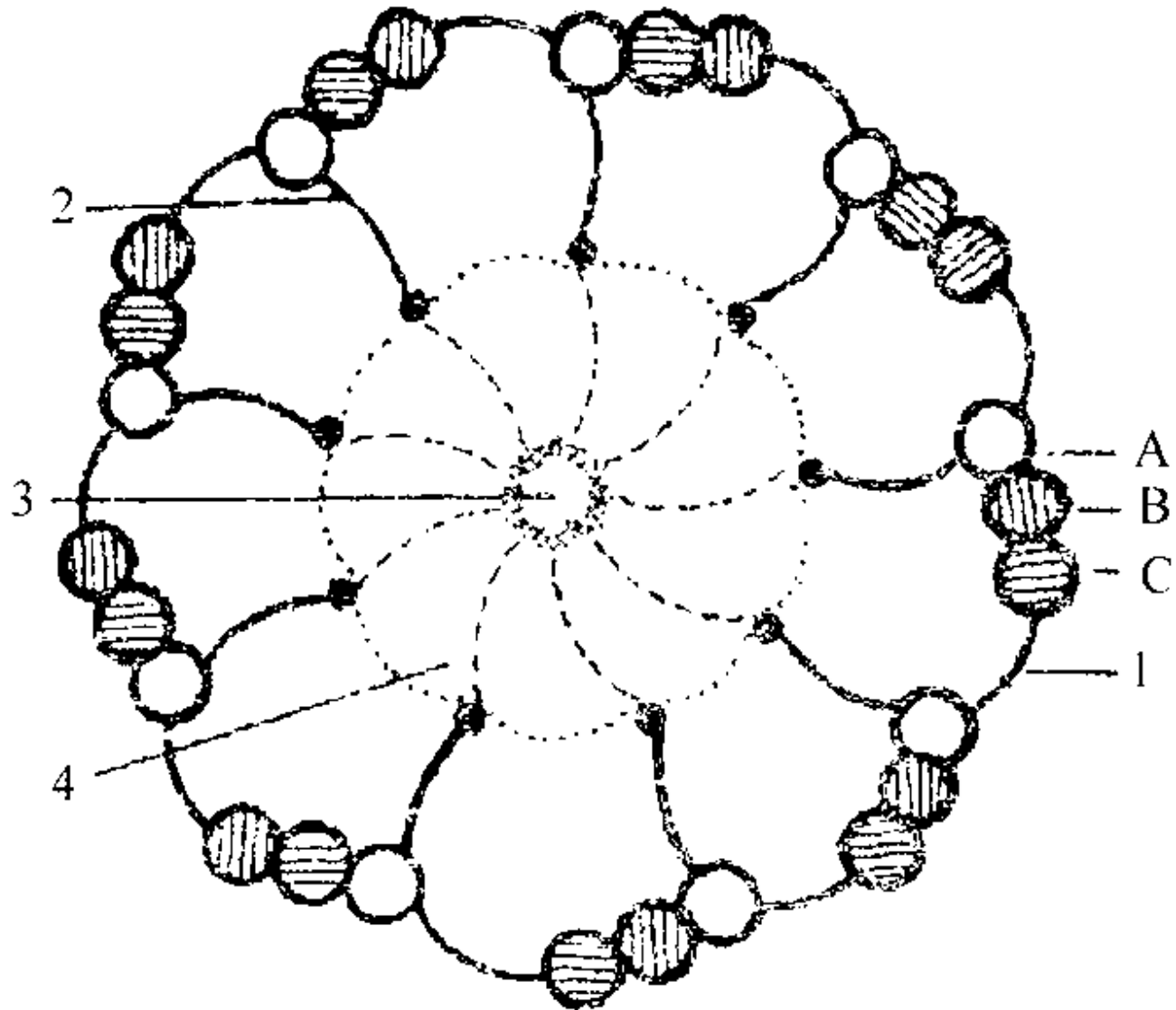


# *Sentriol*

- **Sentriollar, adətən, diplosoma kimi cüt yerləşirlər və sitoplazmanın daha şəffaf zonası ilə əhatə olunur. Sentriollardan sentrosferanı formalaşdıran nazik radial fibrillər çıxır.**
- **Sentriollar və sentrosfera birlikdə hüceyrə mərkəzi adlanır. Diplosoma ərsər hallarda nüvənin yaxınlığında yerləşir.**
- **Hər bir sentriol 27 silindrik elementdən – tubulin mikrobörcüqlərdən təşkil olunmuşdur. Bu mikrobörcüqlər 9 tripletdə üç-üç olaraq qruplaşmışdır.**



# *Sentriol*



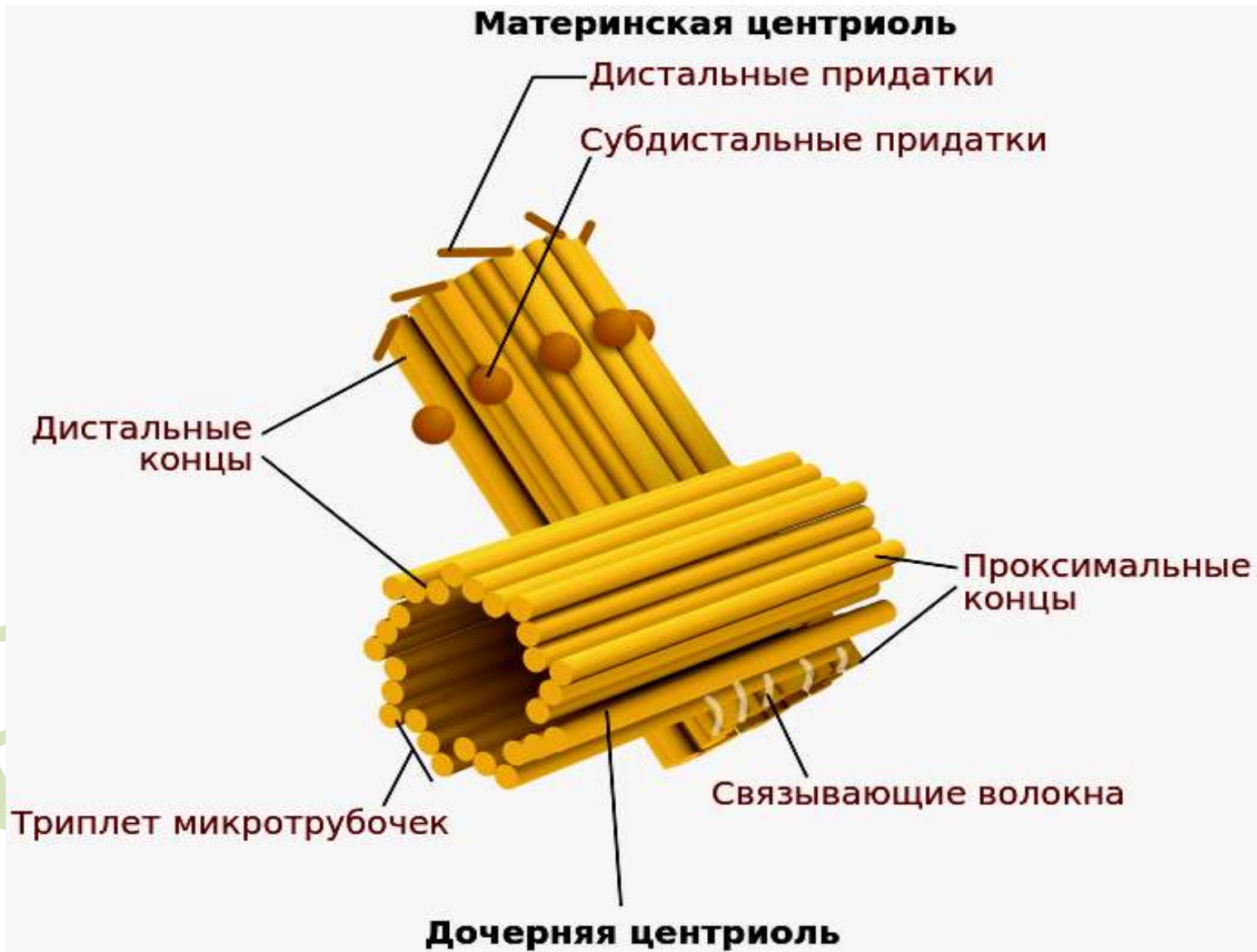
# *Sentriol*

- Tripletlər dairə boyuncz yerləşərək boş silindr əmələ gətirirlər. Silindrin uzunluğu hər bir tripletin uzunluğuna bərabər olub 0,3–0,5 mkm-dir, onun diametri 0,15 mkm-ə bərabərdir.
- Hər bir tripletdə birinci A-mikroborucuğun diametri 25 nm, divarın qalınlığı 5 nm olub 13 protofilamentdən təşkil olunmuşdur
- İkinci B və üçüncü C mikroborucuqların içi boş deyil , tərkibinə 11 protofilament daxildir və qonşu mikroborucuqlara sıx söykənmişdir.

# *Sentriol*

- Hüceyrənin həyat dövriyyəsində sentriollar, adətən, b i r d ə f ə ikiləşir və ya bölünürlər.
- Ana sentriolun bölünmədən sonra əmələ gələn hissəsinin qarşısında qız sentriol yenidən qurulur. *Bir qayda olaraq, bu proses interfazanın  $G_2$  dövründə baş verir.*
- *Mitozun profaza mərhələsində iki sentriol qütblərə çəkilərək hüceyrədə iki sentrosoma əmələ gətirir.*
- Nəticədə bölünən hüceyrədə iki hüceyrə mərkəzi yaranır.

# *Diplosoma*



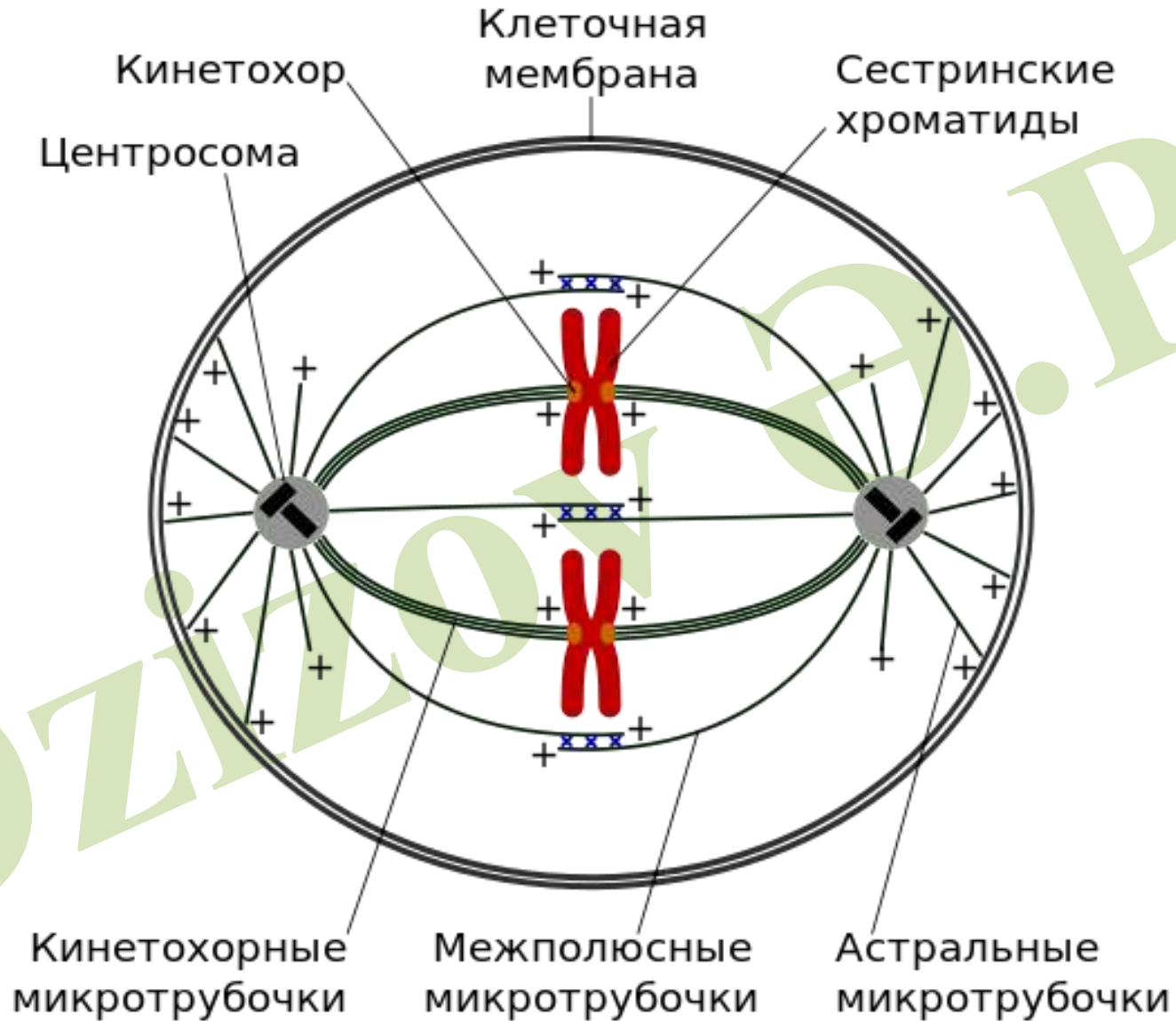
# *Diplosoma*

- Diplosomların hər birindən hüceyrənin mərkəzinə doğru, xromosomlar istiqamətində mikroborucuqların  $\alpha$ - $\beta$ - tubulin heterodimerləri hesabına uzanması baş verir.
- Sentiolların mikroborucuqları xromosomların sentromerinin ə deyil, sentromerin üzərində hər iki tərəfdə yerləşən zülal tərkibli kinetoxorlara birləşir.
- Kinetoxor üçqatlı zülal quruluşa malikdir və sentromer üzərində yalnız hüceyrə bölünən zaman formalaşır.
- Mikroborucuqlar xromatidlərin qütblərə çəkilməsini təmin edir.

# *Sentrosoma*

- **İnterfaza mərhələsində hüceyrə mərkəzi hüceyrənin nüvə membranı ilə birləşmiş vəziyyətdə olur.**
- **Mitoz bölünmənin profaza mərhələsində nüvə membranı dağılır. Sentrosoma bölünür və qız sentrosomlar bölünən hüceyrənin qütblərinə çəkilir.**
- **Sentrosomadan çıxan mikroboruqlar (mənfi yüklü uc) digər ucu (müsbət yüklü uc) ilə xromosomların sentromerləri üzərindəki kinetoxorlarla birləşib bölünməyi formalaşdırır.**

# *Sentrosoma*



# *Sentrosoma*

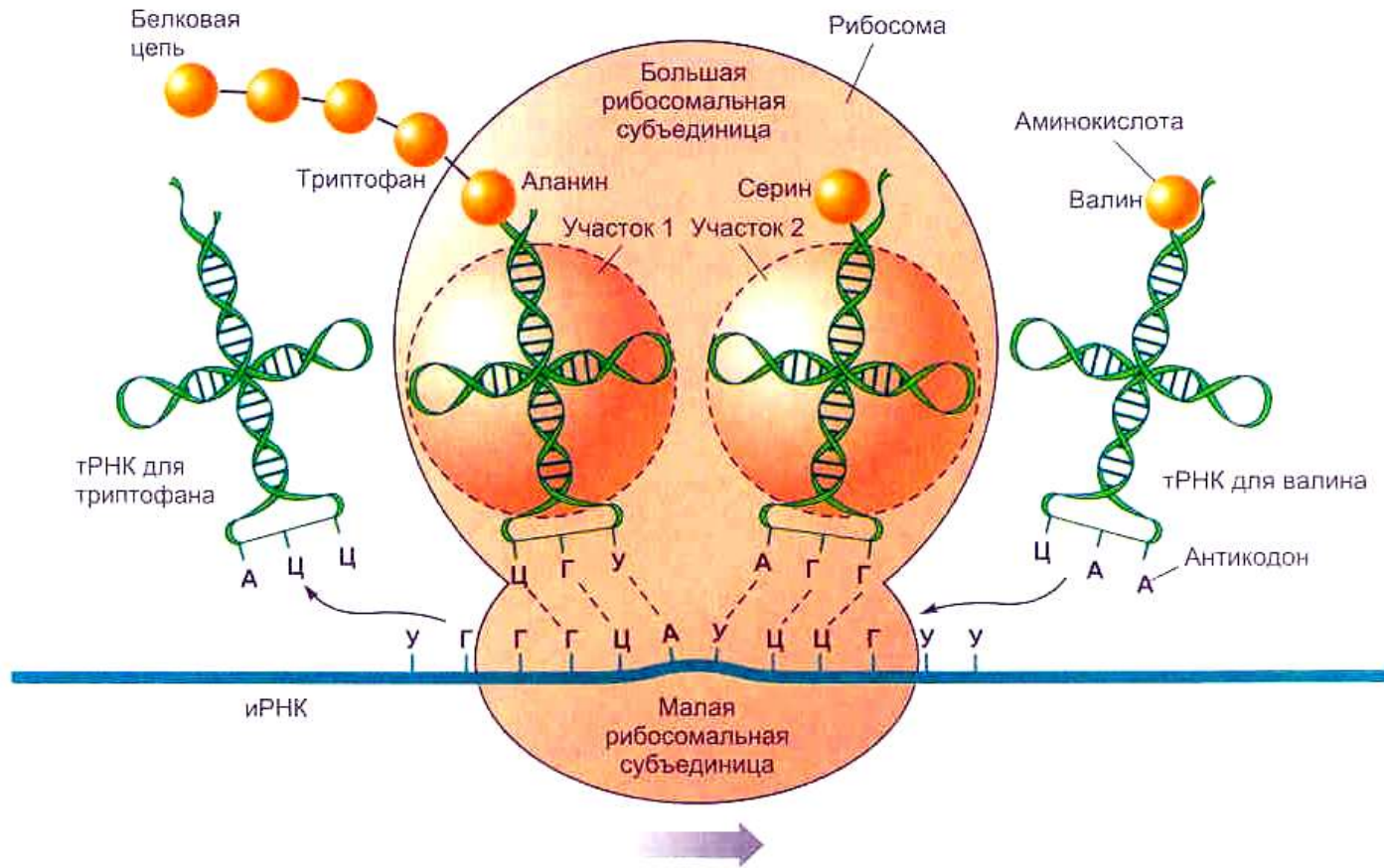
- **Heyvan hüceyrələri bölünən zaman astral mikrobörcüqlər hesabına astrosfera formalaşır və onlar qütblərdə əlavə dayaq funksiyasını yerinə yetirir.**
- **Mitoz bölünmə iyunin formalaşması zamanı sentrosomadan kinetoxor mikrobörcüqlər, qütblərəarası mikrobörcüqlər və astral mikrobörcüqlər əmələ gəlir.**
- **Xromosomların əks qütblərə çəkilməsi zamanı mikrobörcüqlərin dağılması MBTM –dən, yəni hüceyrə mərkəzindəki mənfi – ucdan başlayır.**
- **Kinetoxor və qütblərəarası mikrobörcüqlər qısalır, nəticədə xromosomların qütblərə doğru hərəkəti təmin olunur.**



# ***Ribosom***

- **Ribosom canlı hüceyrənin çox mühüm membransız orqanelli olub, mRNT–nin matrisində olan genetik informasiya əsasında zülal sintezini həyata keçirir.**
- **Ribosomlarda baş verən zülal sintezi translasiya adlanır.**
- **Ribosomlar sferik və ya bir qədər ellipsoid formalı olub, prokariotlarda diametri 15-20 nm, eukariotlarda 25-30 nm təşkil edir.**
- **Ribosomlar iki – kiçik və böyük subvahiddən təşkil olunmuşdur . Bu subvahidlər yalnız zülal sintezi zamanı mRNT vasitəsi ilə birləşirlər.**

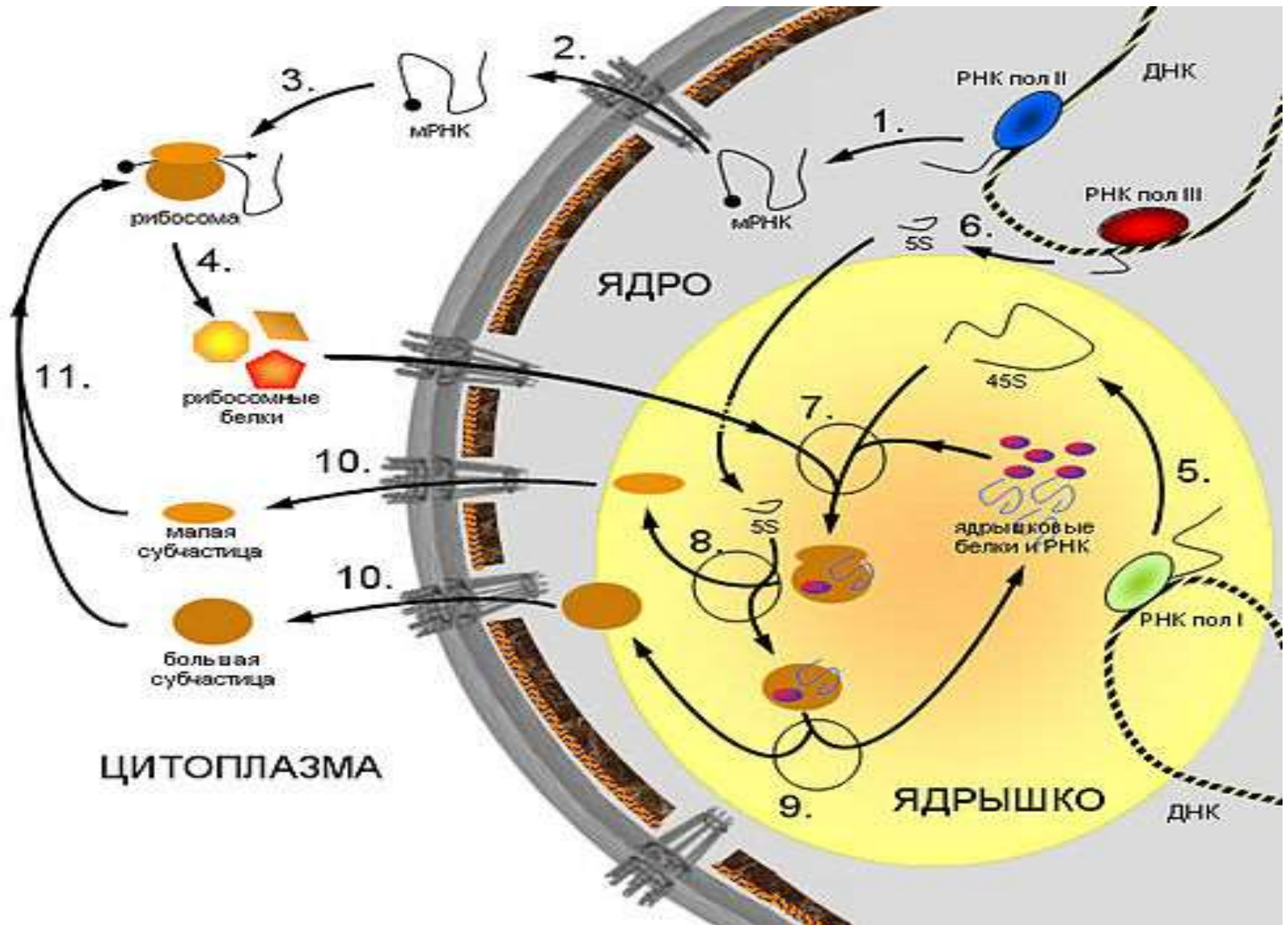
# Ribosom



# ***Ribosom***

- **Eukariot hüceyrələrdə ribosomlar dənəvər ER – un membranları üzərində yerləşir. Onlar sərbəst şəkildə sitoplazmada da ola bilər.**
- **Əksər hallarda bir mRNT molekulunda bir neçə ribosom birləşmiş vəziyyətdə ola bilər. Ribosomların bu birləşməsi polisom və ya poliribosom adlanır.**
- **Eukariot hüceyrələrdə ribosomların sintezi, yəni böyük və kiçik subvahidlərin formalaşması nüvədaxili strukturda – nüvəcikdə baş verir.**

# *Eukariot hüceyrələrdə ribosomun sintezi*



# *Ribosom*

- **Ribosomlar kimyəvi tərkibinə görə nukleoproteiddir. Ali heyvanların (Metazoa) ribosomlarında RNT/zülal nisbəti 1:1-ə bərabərdir.**
- **Ribosom RNT hüceyrədəki bütün RNT-nin 70 %-ni təşkil edir.**
- **Eukariotların ribosomlarının tərkibinə dörd RNT molekulu daxildir. Onlardan 16S, 5,8S və 28S rRNT nüvəcikdə RNT-polimeraza I fermenti ilə sintez olunur. Bu ferment əvvəlcə vahid sələf kimi 45S rRNT-ni sintez edir, sonra 45S rRNT modifikasiyaya uğrayır, kəsilir, 16S, 5,8S və 28S rRNT-lər formalaşır.**

# ***Ribosom***

- **5S rRNT genomun tam başqa bir hissəsində RNT- polimeraza III fermenti tərəfindən sintez olunur və onun quruluşunda hər hansı bir dəyişiklik baş vermir.**
- **Hüceyrədə rRNT-nin demək olar ki, hamısı maqnezium duzu şəklindədir. Bu, rRNT-in quruluşunun qorunması üçün çox vacibdir**
- **Maqnezium ionları çıxarıldıda ribosomlar subvahidlərə dissisiya edir.**
- **Mg<sup>2+</sup> ionları ribosomların quru çəkisinin 2%-ni təşkil edir.**

# ***Ribosomların sedimentasiya əmsalı***

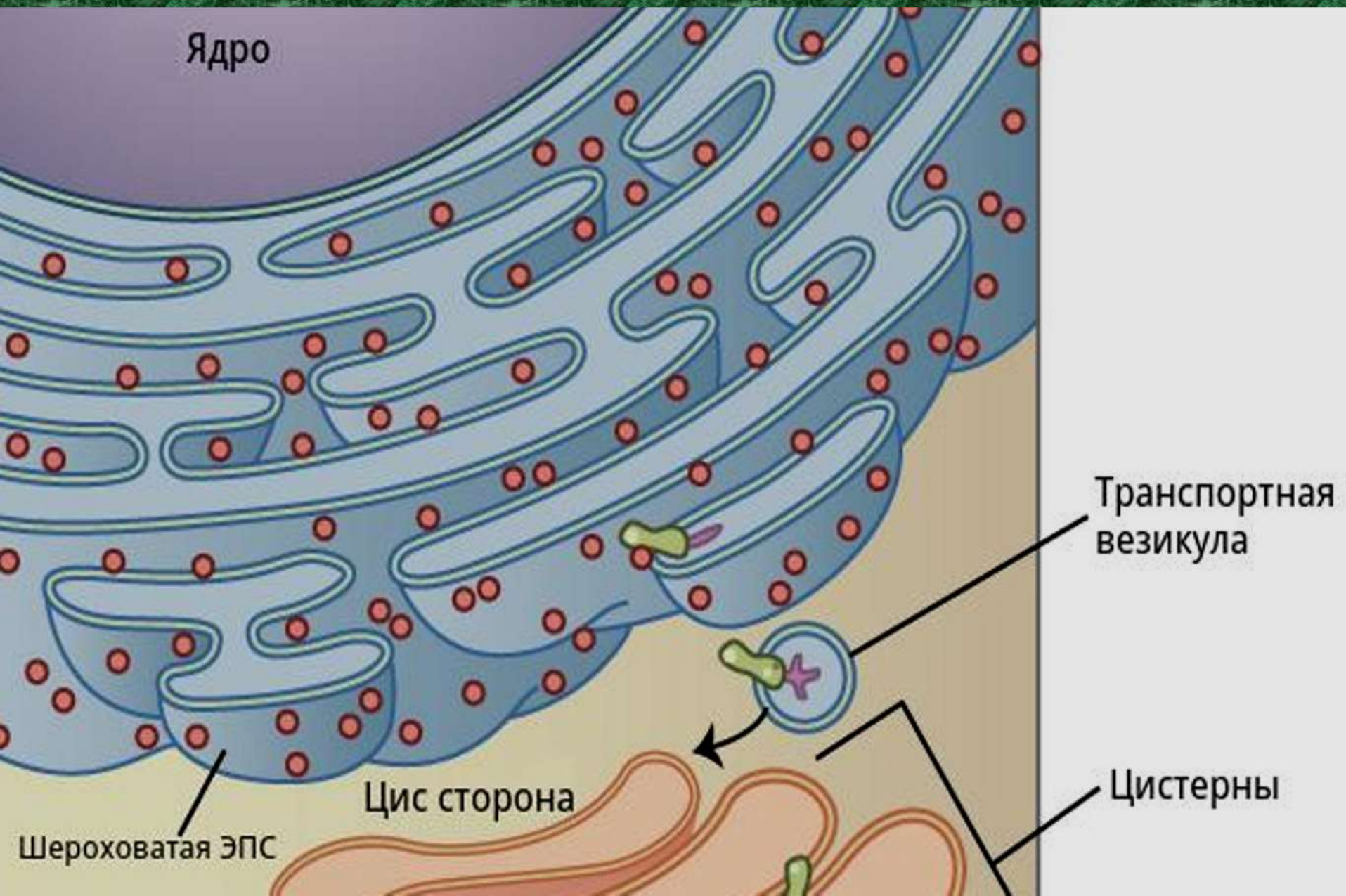
- **Eukariot hüceyrələrin sitoplazmatik ribosomlarında sedimentasiya əmsalı 80S-ə bərabərdir. Sedimentasiya əmsalı bu halda ultrasentrifuqlaşma zamanı qatı saxaroza məhlulunda hissəciklərin çökmə sürətini göstərir.**
- **Eukariot hüceyrələrin sitoplazmasında olan ribosomlarının böyük və kiçik subvahidləri üçün bu göstərici uyğun olaraq 60S və 40S təşkil edir. Bakteriyaların, mitoxondrilərin və plastidlərin ribosomları üçün sedimentasiya əmsalı 70S, böyük və kiçik subvahidləri üçün uyğun olaraq 50S və 30S təşkil edir.**

# ***Endoplazmatik retikulum***

- **Bütün eukariot hüceyrələrdə endoplazmatik retikulum - ER vardır.**
- **ER-un həddən artıq qıvrılmış membranları hüceyrədəki membranların ümumi miqdarının yarısından çoxunu təşkil edir.**
- **ER bütün sitoplazmanı əhatə edir, çoxsaylı qıvrılmalar və büküşlər əmələ gətirir.**
- **ER onun daxil boşluğunu sitoplazmadan ayıran fasiləsiz, vahid səth yaradır.**
- **Onun daxili boşluğu hüceyrənin ümumi həcmnin 10%-dən çoxunu təşkil edir.**



# Endoplazmatik retikulum



# *Endoplazmatik retikulum*

- ER boşluğu sitoplazmadan təkqatlı membran vasitəsi ilə ayrılır. ER membranı həm də onu sitoplazma ilə fasiləsiz əlaqələndirir.
- ER boşluğu siitoplazmadan təkqatlı membran vasitəsi ilə ayrılrsa da, onun hüdudları ikiqat memranlıdır. ER boşluğu Qolci aparatının hər bir sisterni ilə bir-birindən ikiqatlı membranla sərhədlənir.
- ER boşluğu nüvə membranının membranarası boşluğuna açır. ER-un membranları qatılıqlar gradientinin əksinə bir sıra elementlərin aktiv daşınmasını həyata keçirir.

# ***Endoplazmatik retikulum***

- ER membranlarında endoplazmatik torun, plazmatik membranın, Qolci aparatının və lizosomların transmembran zülalları və lipidləri sintez olunur.
- ER membranlarında mitoxondri membranları üçün lipidlərin əksəriyyəti sintez olunur.
- Təyinatından asılı olmayaraq, yeni sintez olunmuş bütün zülallar əvvəl ER boşluğuna daxil olur, sonra daşınır.
- ER-un iki növü ayırd edilir: dənəvər və hamar. Onlar müxtəlif funksiyaları yerinə yetirir.

# *Endoplazmatik retikulum*

- Dənəvər ER membranları üzərində ribosomlar yerləşir və burada zülallar sintez olunur. Dənəvər ER membranları ilə hamar ER membranları birləşir, burada ribosomlar yoxdur.
- Hüceyrədə həqiqi hamar ER varsa, bu, az miqdardadır. Burada steroidləri, lipidlərin, karbohidratların sintezi baş verir.
- ER nüvə membranının yeniləşməsi prosesində, eləcə də bölünədən sonra yeni nüvə pərdəsinin əmələ gəlməsində iştirak edir. ER hüceyrədaxili kalsium ehtiyatını özündə saxlayır.

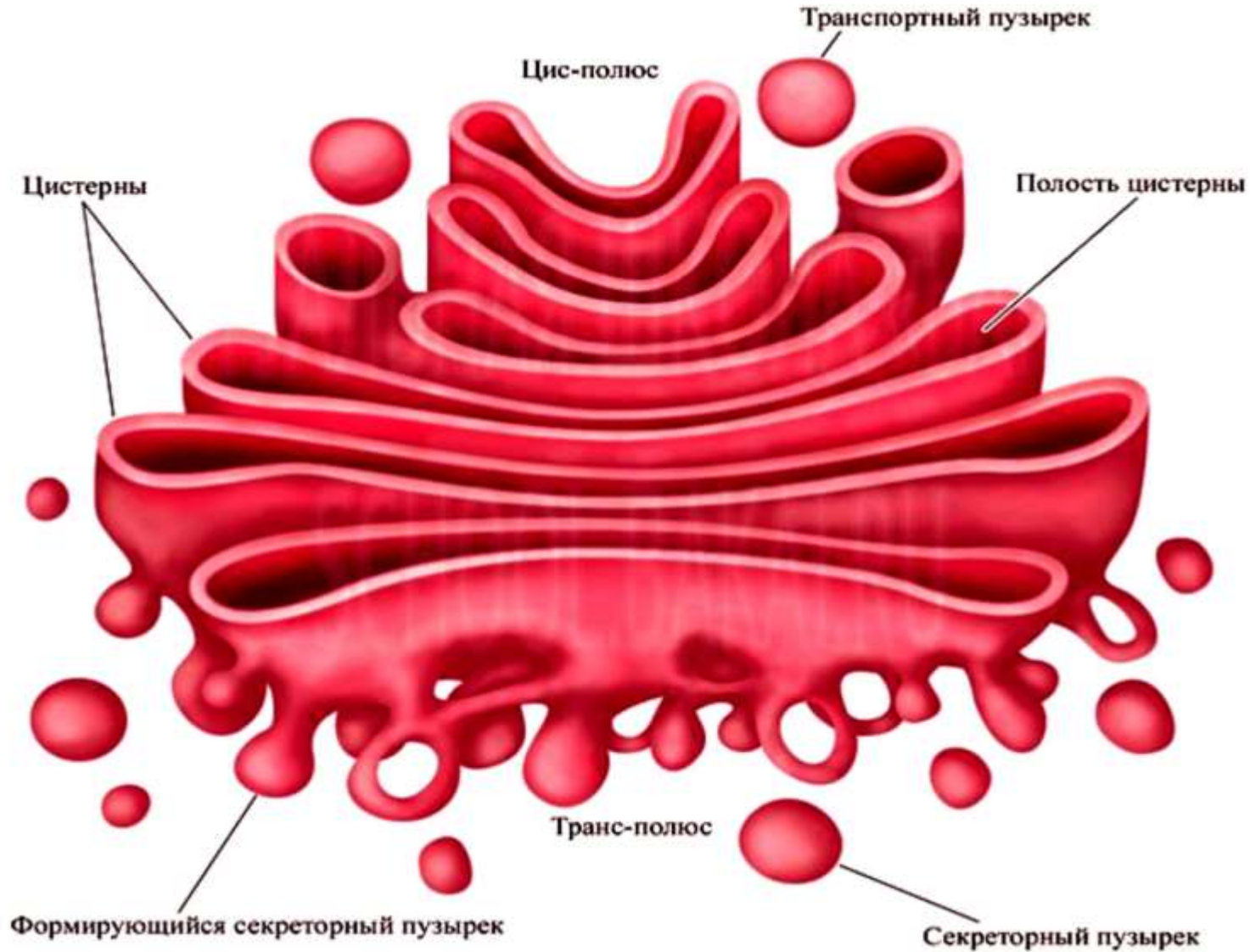
# ***Endoplazmatik retikulum***

- **Hamar ER fermentləri zəhərli maddələrin hidrofilyk radikallarını özünə birləşirir.**
- **Qanda və sidikdə zəhərli maddələrin həll olması yüksəlir və onlar orqanizmdən sürətlə xaric olunur.**
- **Çoxlu miqdarda zəhərli maddələrin, dərman preparatlarının və alkoqolun orqanizmə daxil olduğu bir şəraitdə hamar ER – un membranları sürətlə artır.**
- **Zərərli maddələrin miqdarı azaldıqda, hamar membranların da səthi azalır.**

## ***Qolci aparatı***

- **Qolci aparatı diskşəkilli membran kisəciklərdən (sisternlərdən) təşkil olunmuşdur. Bu kisəciklər üst-üstə yığılaraq diktiosomları əmələ gətirir.**
- **Diktiosomların kənarları azacıq genişlənmişdir və onlara Qolci aparatının qovuqcuqları birləşir.**
- **Diktiosomların ayrı-ayrı sisternlərinin qalınlığı fərqlidir. Sisternlərin mərkəzi hissəsində membranlar yaxınlaşır və onlar arasında məsafə cəmi 25 nm-dir.**
- **Sisternlərin kənarlarında daimi olmayan genişlənmə - ampula formalaşır.**

# Qolci aparati



## ***Qolci aparatı***

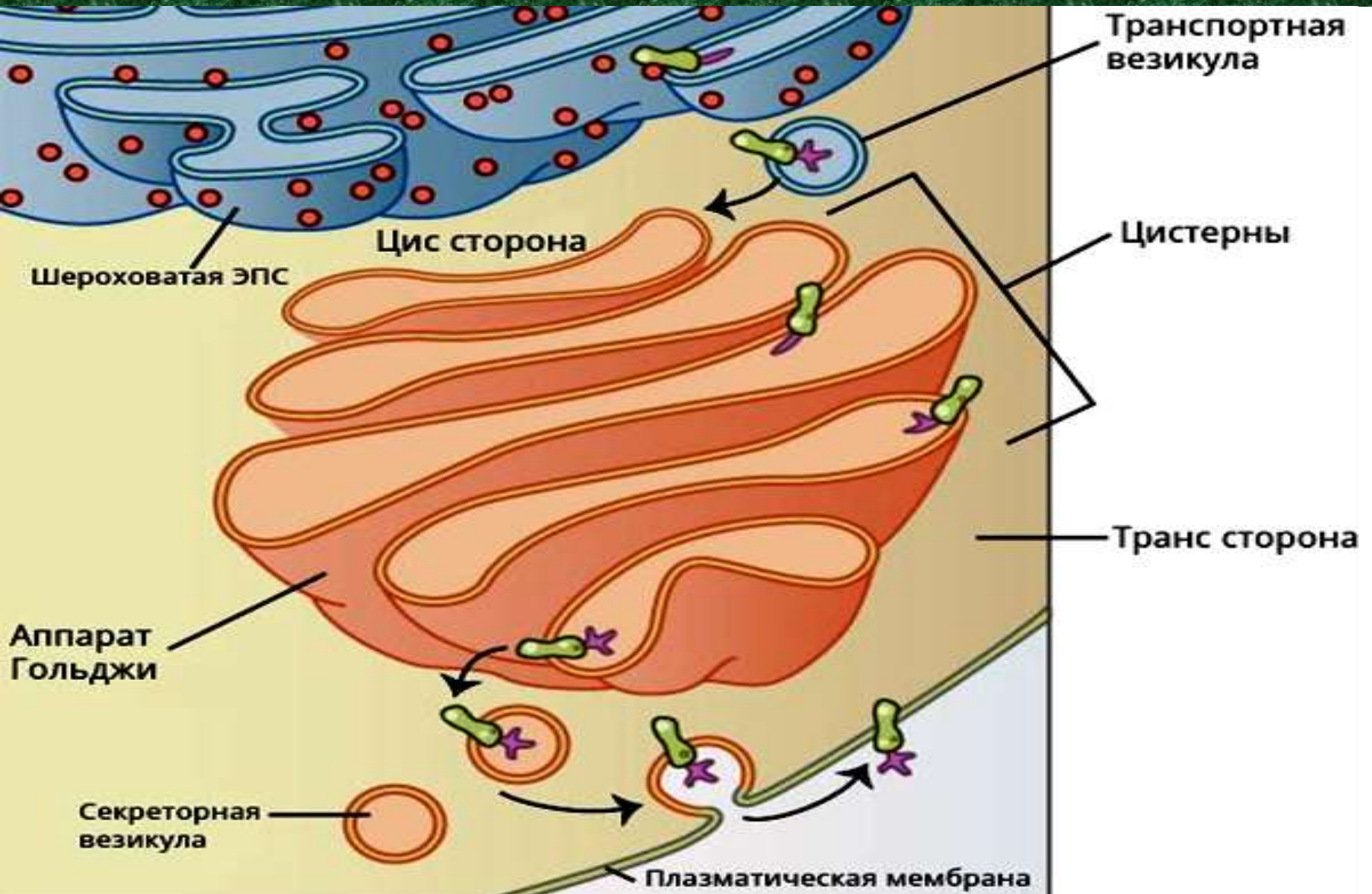
- **Qolci aparatının quruluşu üçün səciyyəvi xüsusiyyət onun qütblü olmasıdır. Sisternlərin hər bir yığını və ya diktiosoma iki səthə (qütbə) malikdir.**
- **Proksimal və ya formalaşmaqda olan sis-səth. Sis-səthin membranlarına qovuqcuqlar birləşir.**
- **Distal və ya yetikin səth. Distal səthin membranlarından qovuqcuqlar qopub ayrılır.**
- **Qolci aparatında membran qovuqcuqları ilə əhatə olunmuş sisternlərin 3 forması vardır.**



## ***Qolci aparatı***

- **Sis-səth və ya şöbə nüvəyə yaxın yerləşir.**
- **Aralıq sisternlər sis və trans səthlər arasında yerləşir.**
- **Trans səth və ya şöbə nüvədən ən çox uzaqda yerləşir.**
- **Qolci aparatının bu şöbələri bir-birindən fermentlər dəstinə və funksiyalarına görə fərqlənirlər.**
- **Qolci aparatında orta hesabla 3-8 sistern olur. Mədəaltı vəzin aktiv sekresiya edən ekzokrin hüceyrələrində Qolci aparatının sisternlərinin sayı 13 -ə çatır.**

# Qolci aparati



# ***Qolci aparatının funksiyaları***

- **1. Nəqliyyat** - plazmatik membranın zülalları, təyinatına görə hüceyrədən xaric olunan zülallar və lizosom fermentləri Qolci aparatından keçir.
- **2. Çeşidlənmə** - orqanellərə, endosomlara və sekretor qovuqcuqlara sonrakı daşınma üçün maddələrin ayrılması və çeşidlənməsi Qolci aparatının trans şöbəsinə baş verir.
- **3. Sekretor** – hüceyrədə sintez olunan məhsulların sekresiyası.
- **4. Qlikozilləşmə** - zülallardan və lipidlərdən qlikolizidaza fermenti şəkər qalıqlarını ayırır, bu qalıqlar qlikoziltransferaza fermenti ilə yenidən karbohidrat dövrəsinə qaytarılır.

## ***Qolci aparatının funksiyaları***

- **5. Polisaxaridlərin sintezi – bir sıra polisaxaridlər, o cümlədən heyvanlarda hüceyrəarası matriksi (naddəni) formalaşdırən qlizozaminqlikanlar Qolci aparatında sintez olunur.**
- **6. Sulfatlaşma – protoqlikanların zülal özəyinə əlavə olunan şəkər qalıqlarının sulfatlaşması baş verir.**
- **7. Manno-6-fosfatın əlavə olunması – çox mühüm reseptordur, lizosom fermentləri üçün istiqamətləndirici signal rolunu oynayır.**

# *Lizosom*

- Lizosom təkqatlı membranla əhatə olunmuş hüceyrə orqanelli olub daxili boşluğunda çoxlu hidrolitik fermentlər vardır. Onların hesabına da daxilidə turş mühit ( $\text{pH}=3.5-5,5$ ) formalaşır.
- Lizosom ekzositozu prosesində lizosomlar daxili möhtəviyyatını xaricə ifraz edə bilir.
- Hüceyrənin metabolizmi və böyüməsi ilə əlaqədar bəzi hüceyrədaxili siqnal yollarında lizosomlar iştirak edir.
- Bütün eukariot hücerələrdə lizosomlar vardır.
- Lizosomlar hüceyrədaxili həzm proseslərini, o cümlədən autofaqiyanı həyata keçirir.

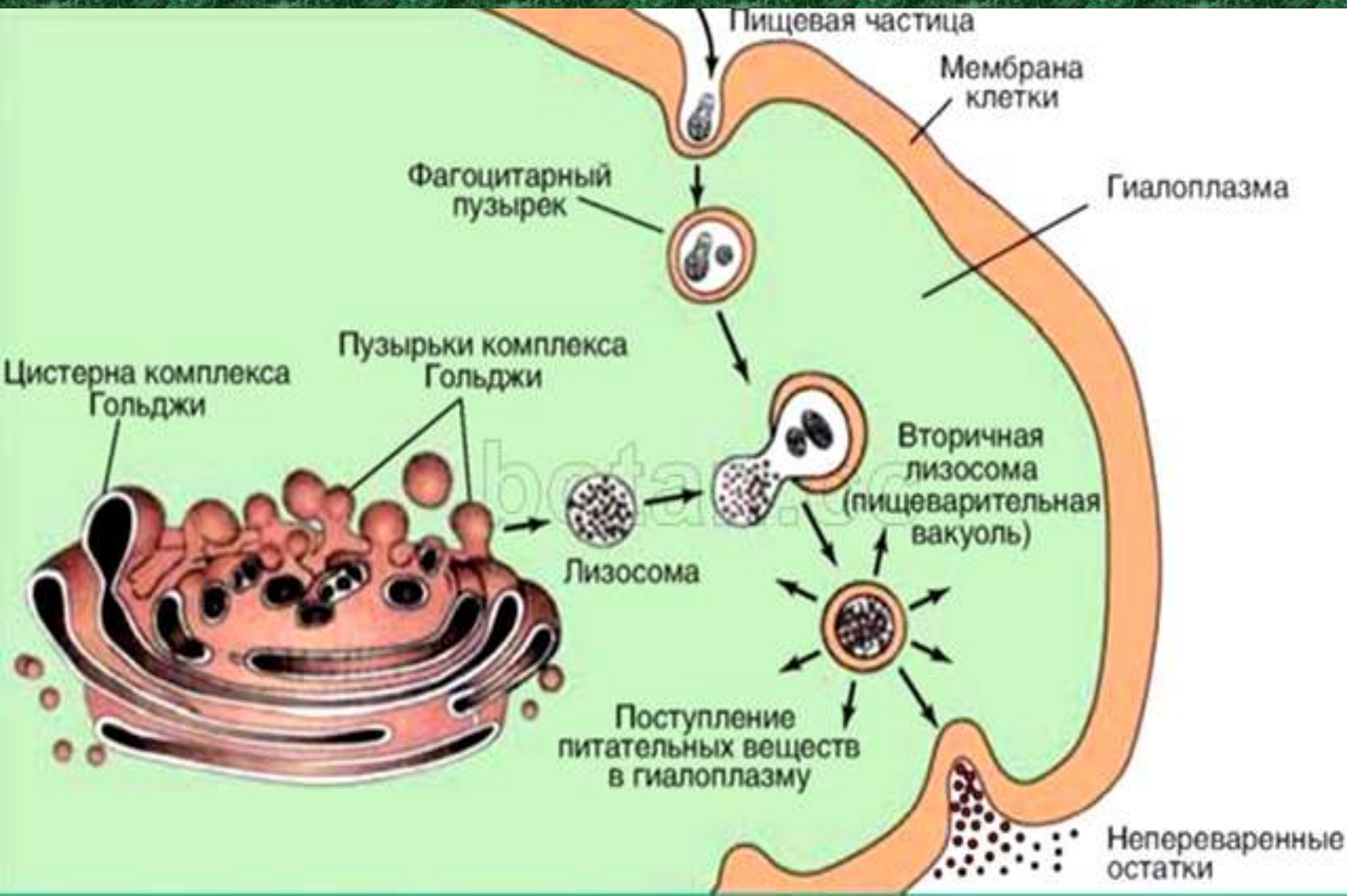
# *Lizosom*

- Lizosomların funksiyasının pozulması ilə əlaqədar insanın bir sıra irsi xəstəlikləri formalaşır. Bu xəstəliklər qrupu insanın lizosom xəstəlikləri və ya anadangəlmə mübadilə səhvləri adlanır.
- Heyvan hüceyrələrində lizosomların ölçüləri 1 mkm-dən az olur, lakin makrofaqlarda (leykositlər) onların ölçüləri bir neçə mkm -ə çatır.
- Lizosomlar oval və ya sferik formada olub, heyvan hüceyrələrində sayı 100 –dən 1000-ə qədər dəyişir.
- Heyvan hüceyrələrində lizosomlar hüceyrədaxili həcmi 5 %-ni təşkil edir.

# *Lizosom*

- **Lizosomlar Qolci aparatından qopub ayrılan qovuqcuqlardan (vezikulalardan) əmələ gəlir. Onlar endositoz zamanı daxilində udulmuş maddələr olan endosomlardan da əmələ gələ bilər.**
- **Autolizosomların əmələ gəlməsində ER –un membranları iştirak edir.**
- **Lizosomların bütün zülalları dənəvər ER –un membranları üzərindəki ribosomlarda sintez olunur. Sonra bu zülallar ER boşluğundan və Qolci aparatının sisternlərindən keçir.**

# Lizosom





# *Lizosomların təsnifatı*

- ***İlkin endosoma*** – lizomların bu növünə endositoz qovucular daxildir.
- İlkin endosomlarda hidrogen reaksiyası (pH) çox aşağı olduğundan, reseptorlar öz yükünü təhvi verib yenidən xarici membrana qayıdırlar.
- ***Son endosoma*** - lizomların bu növünə ilkin endosomdan p i n o s i t o z zamanı daxilində udulmuş maddələr olan qovucular, eləcə də Qolci aparatından tərkibində hidrolazalar olan qovucular daxil olur.
- Manno-6-fosfat reseptorları son endosomdan geriye - Qolci aparatına qaytarılır.

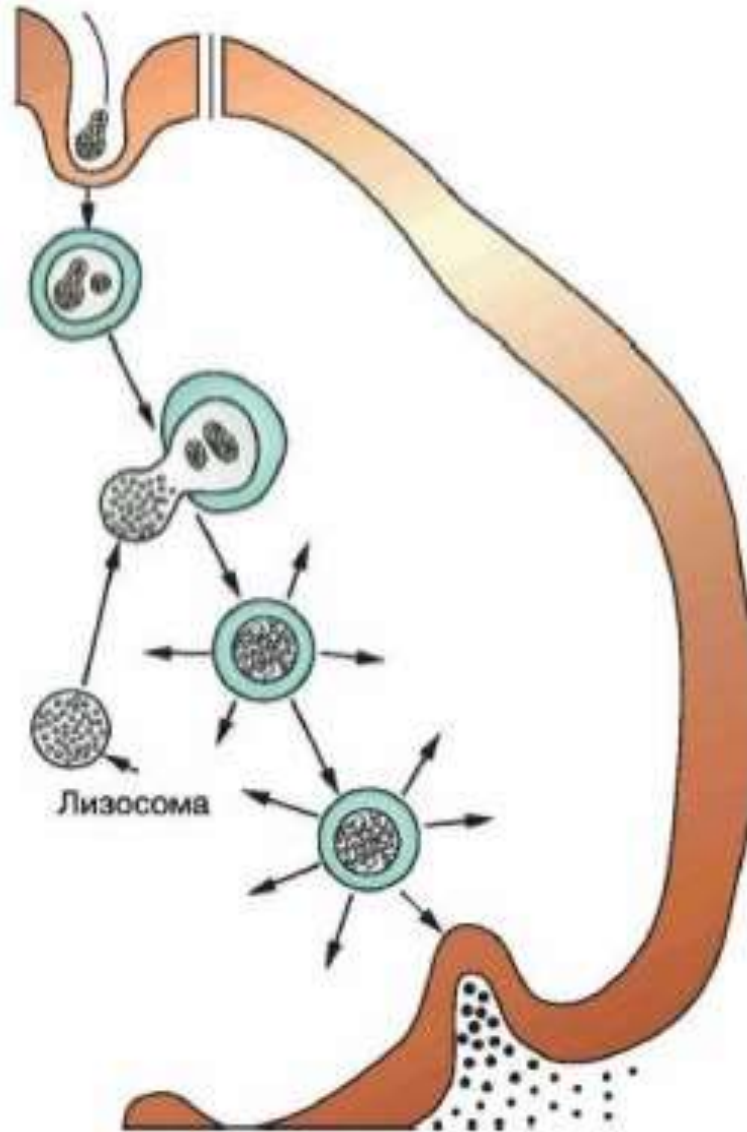
## *Lizosomların təsnifatı*

- ***Lizosom*** - son endosomdan tərkibində hidrolazalardan və müəyyən dərəcədə həzm olunmuş maddələrdən ibarət qarışıq olan qovuqcuqlar lizosomlarla birləşir.
- ***Faqosoma*** - faqosomlara f a q o s i t o z yolu ilə udulmuş hissəciklər düşür. Sonrakı mərhələdə faqosomlar, bir qayda olaraq, lizosomlarla birləşir.
- ***Autofaqosoma*** - sitoplazmanın ***i k i q a t memranla ayrılmış sahəsidir***, tərkibində hər hansı bir hüceyrə orqanellini saxlayıb makroautofaqiyanı həyata keçirir. Bir qayda olaraq, lizosomlarla birləşir.

## *Lizosomların təsnifatı*

- ***Multivezikulyar cisimcik*** – adətən təkqatlı membranla əhatə olunmuşdur. Daxilində çoxlu birqat membranlı kiçik qovuqcular vardır. Formalaşma mərhələsinə görə ilkin endosoma uyğun gəlir.
- ***Telolizosom*** və ya qalıq cisimcik - lizosomların bu növünün daxilində , bir qayda olaraq, həzm olunmamış qalıqlar, məsələn lipofussin, olur.
- Normal hüceyrələrdə qalıq cisimciklər plazmatik membranla birləşir və ekzositoz yolu ilə hüceyrədən xaric olunur. Qocalma prosesində və xəstəliklər zamanı hüceyrədə toplanırlar.

# Qida hissəciklərini həzm olunması



# Mitoxondri

- İkiqat membranlı, sferik və ya ellipsoid formalı hüceyrə orqanellidir. Eukariot hüceyrələrin ərsəriyyəti üçün səciyyəvidir və diametri 1 mkm təşkil edir.
- Mitoxondrilər hüceyrənin enerji stansiyalarıdır. Onlar üzvi maddələrin oksidləşməsi prosesində ayrılan enerjiden **elektik potensialının generasiyası, ATF-in sintezi və termogenez prosesləri** üçün istifadə edirlər.
- Bu proseslər mitoxondrilərin daxili membranı zülallarının elektron-nəqliyyat zəncirində elektronların hərəkəti hesabına baş verir.

# **Mitoxondri**

- Müxtəlif orqanizmlərin hüceyrələrində mitoxondrilərin sayı fərlidir.
- Eukariot hüceyrələrdə mitoxondrilərin sayı 100-2000 arasında dəyişir. Onlar hüceyrənin daxili həcmnin 10—20%-ni təşkil edir.
- Hüceyrədə mitoxondrilərin sayı onun enerji tələbatından, toxuma mənsubiyyətindən və yerinə yetirdiyi funksiyadan asılıdır.
- İnsanın beyin, ürək, əzələlər və qaraciyər kimi ixtisaslaşmış orqan və toxumaların hüceyrələrində yüzlərlə, hətta minlərlə mitoxondri vardır.

# Mitoxondri

- Mitoxondrinin xarici membranının qalınlığı 7 nm-ə qədərdir, büküşlər və qırıqlar əmələ gətirmir. Onun səthi bütün hüeyrə orqanellərinin səthinin 7% - nə bərabərdir.
- Xarici membranının əsas funksiyası mitoxondrini sitoplazmadan ayırmaqdır. O, lipidlər və zülallardan ibarətdir. Onların membranda nisbəti uyğun olaraq 2 : 1 -ə bərabərdir.
- Mitoxondrinin xarici membranında kanal əmələ gətirən *p o r i n* zülalının rolu olduqca böyükdür.

# Mitochondri





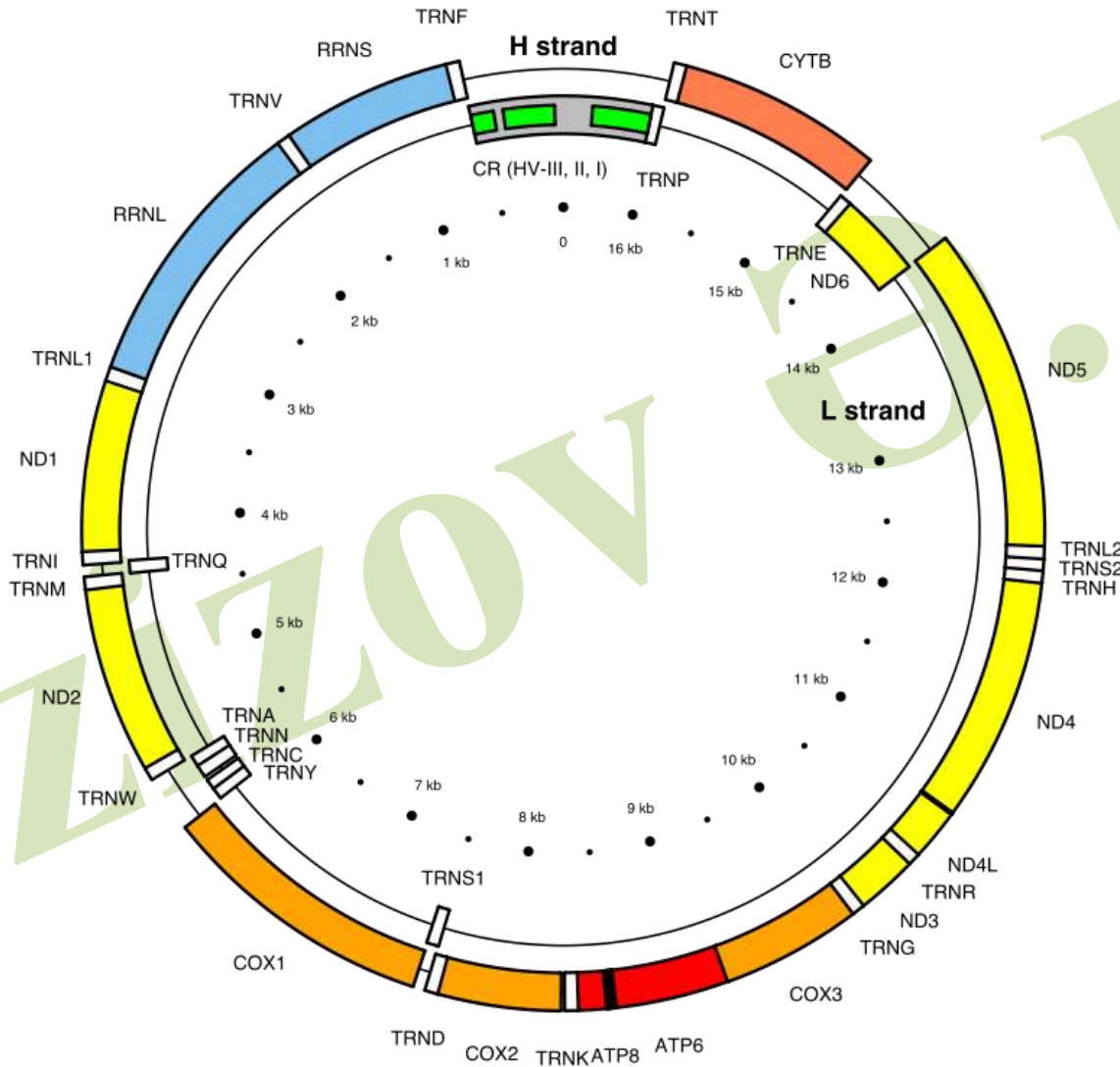
# *Mitoxondri*

- **Porin xarici membranında diametri 2-3 nm olan dəliklər (məsamələr) əmələ gətirir.**
- **Bu məsamələrdən kiçik molekullar və çəkisi 5 kDa –a qədər olan ionlar keçə bilir.**
- **Iri molekulların xarici membrandan keçməsi nəqliyyat zülal molekulları vasitəsi ilə aktiv daşınma yolu ilə mümkündür.**
- **Mitoxondrinin hamar membranının baryer rolu ilə yanaşı, onun fermentativ funksiyası da vardır. Xarici membranda monooksigenaza, asil- CoA -sintetaza və fosfolipaza A<sub>2</sub> fermentləri yerləşir.**

# *Mitoxondri*

- **Mitoxondrinin xarici membranı ER-un membran sistemi ilə qarşılıqlı əlaqədədir. Bu, lipidlərin və kalsium ionlarının daşınmasında böyük əhəmiyyətə malikdir.**
- **Mitoxondri genomu onun özünəməxsus zülal sintezi komponentlərini kodlaşdırsa da, bunlar mitoxondrinin normal fəaliyyəti üçün kifayət deyil.**
- **Mitoxondrinin normal fəaliyyəti üçün lazım olan fermentlərin və zülalların əksəriyyəti nüvə genomunda olan xromosomlardakı genlərlə kodlaşdırılır.**

# *Insan mitoxondisinin genomu*



# *Mitoxondri*

- **Mitoxondrinin xarici və daxili membranları arasında membranlararası boşluq yerləşir. Bu boşluğun qalınlığı 10-20 nm-dir.**
- **Daxili membran zülal komplekslərdən təşkil olunmuşdur. Daxili membranda çoxlu qırıqlar vardır, girintili-çixıntılı quruluşlar kristlər adlanır**
- **Daxili membranda zülal/lipid nisbəti 3:1 -ə bərabərdir.**
- **Kristlər daxili membranın səthini əhəmiyyətli dərəcədə artırır. Qaraciyər hüceyrələrində kristlər hüceyrənin bütün membranlarının 32%-ni təşkil edir.**

# ***Mitoxondri***

- **Mitoxondrinin daxili membranında tərkibində iki yox, dörd yağ turşusu olan xüsusi fosfolipid – k a r d i o l i p i n vardır. Kardiolipin daxili membranı protonlar üçün tam keçilməz edir.**
- **Mitoxondrinin daxili membranında zülalların miqdarı çox yüksək olub, çəkiyə görə 70 % -ə qədərdir.**
- **Bu maddələrə nəqliyyat zülalları, tənəffüs zəncirinin fermentləri və nəhəng ATF-sintetaza kompleeksləri aiddir.**
- **Mitoxondri matriksi və ya boşluğu daxili membranla əhatə olunmuşdur.**

# *Mitoxondri*

- **Mitoxondri matriksində piruvatın oksidləşməsi sisteminin fermentləri, yağ turşularının oksidləşməsini təmin edən fermentlər və Krebs tsikli fermentləri yerləşir.**
- **Matriksində mtDNT, mtRNT və mitoxondrinin zülal sintezi aparatı yerləşir.**
- **Mitoxondri mtDNT-də, yəni onun genlərində baş verən mutasiyalar insanda çox qorxulu irsi xəstəliklər qrupu kimi ayırd edilən mitoxondri xəstəliklərinə səbəb olur. Bunların əksəriyyəti tənəffüs zəncirinin fermentlərinin defektləri ilə bağlıdır.**

# Nüvə

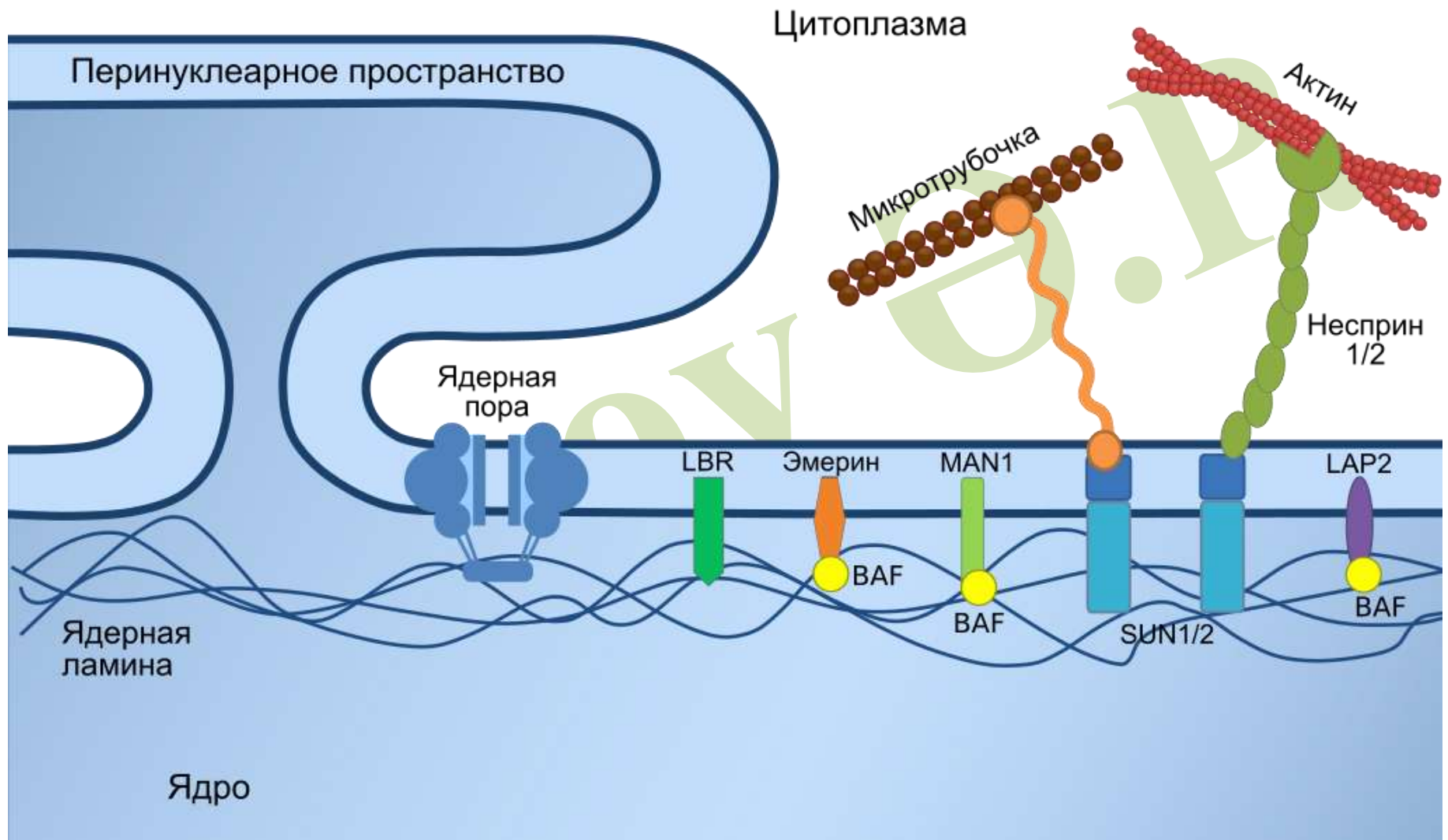
- Eukariot hüceyrələrdə nüvə ikiqatlı membranla əhatə olunmuşdur.
- Eukariot hüceyrələrdə, adətən, bir nüvə olur. Məməlilərin yetkin eritrositlərində nüvə olmur. Bəzi hüceyrələrdə isə nüvələrin sayı çoxdur.
- Genetik materialın əsas hissəsi DNT molekulu kimi nüvədə yerləşir. Genom DNT—si zülallarla birləşərək xromosomlarda paylanmışdır.
- Nüvə genlərin tamlığını qoruyub saxlayır. Nüvə zülalları genlərin ekspessiyasını idarə etməklə hüceyrədaxili prosesləri tənzimləyir.
- Nüvə, faktik olaraq, hücerənin bütün proseslərə nəzarət edən mərkəzidir.

# *Nüvə*

- Nüvənin əsas tərkib hissələrinə ikiqat memrandan ibarət nüvə pərdəsi, onun əhatə etdiyi karioplazma, nüvəcik və xromatin aiddir.
- Nüvə pərdəsi tərkibinə lamin kompleksin daxil olduğu nüvə matriksini əharə edir.
- Nüvənin lamin kompleksi filamentlərdən ibarət tor şəbəkə olub nüvəyə mexaniki möhkəmlik verir.
- Nüvə membranları iri molekullar üçün keçirici deyil, ona görə də bu molekulların daşınması nüvə pərdəsindəki məsamələrdə baş verir.



# Nüvə membranları



# Nüvə

- Məsəmələr hər iki membranı dəlib keçən ümumi kanal əmələ gətirir.
- Məsəmələrdən kiçik ölçülü molekullar və ionlar sərbəst şəkildə keçir. Makromolekulların daşınması isə daşıyıcı zülal molekulları vasitəsi ilə təmin olunur.
- Zülalların və RNT-lərin nüvə membranından daşınması genlərin ekspressiyası və xromosomların normal fəaliyyəti üçün lazımdır.
- Karioplazmada və ya nukleoplazmada membranlı quruluşlar yoxdur.

# Nüvə

- Karioplazmanın daxili quruluşu eynicinsli deyil. Onun tərkibinə xüsusi zülallardan əmələ gələn nüvəcik, RNT molekulları və xromosomların hissələri daxildir.
- Nüvəcik nukleoproteid tərkibli və onda ribosomların subvahidləri formalaşır.
- Ribosomların kiçik və böyük subvahidləri karioplazmadan sitoplazmaya daşınır və onlar birlikdə zülalları sintez edirlər.
- Nüvə membranları bir-birinə paralel olaraq yerləşmişdir və onlar arasında məsafə 10-50 nm arasında dəyişir.

# Nüvə

- Nüvənin xarici membranı dənəvər ER –in membranına keçir və üzərində çoxlu ribosom vardır.
- Nüvə pərdəsindəki məsamələr içərisi su ilə dolu olan kanallardır. Bu kanalları çoxlu miqdarda *nukleoporin* zülalları formalaşdırır.
- İnsan hüceyrələrində nüvə pərdəsinin məsamələrinin kütləsi 120000 kDa –dur, bu isə ribosomun kütləsindən 40 dəfə çoxdur.
- Məsamələrin diametri 100 nm-dir, lakin onların daxilində tənzimləyici sistem olduğundan, molekulların keçdiyi daxili hissənin diametri cəmi 9 nm təşkil edir.

# Nüvə

- Məməlilərin nüvə membranlarında 3000-dən 4000-ə qədər məsamə olur.
- Nüvə membranlarının birləşdiyi yerlərdə əmələ gələn məsamələr 8 oxlu simmetriyalı olub həlqəvi quruluşdadır.
- Məsamələrin halqalarına nukleoplazmaya dartılmış vəziyyətdə nüvə səbəti birləşir. Onun bəzi filamentləri məsamədən çıxaraq sitoplazmaya doğru uzanır.
- Hər iki quruluş nüvənin nəqliyyat zülallarını birləşdirmək baxımından əhəmiyyətlidir.

# Nüvə

- Zülalların əksəriyyəti və ribosomun subvahidləri nüvə məsamələrindən nəqliyyat amilləri - ***karioferinlər*** vasitəsi daşınır.
- Nüvənin mexaniki möhkəmliyini aralıq filamentlərin iki şəbəkəsi təmin edir. Birinci şəbəkəyə nüvə laminləri aiddir. Lamin qrupu zülalları sitoplazmada sintez olunur, nüvəyə daşınır, aralıq filamentlər kimi nüvə membranının daxili səthində yerləşir.
- İkinci şəbəkəyə aktinlər və tubulinlərlə birləşmiş zülallar, məsələn emerin, nespirin aiddir. Bu zülalların filamentləri nüvə membranına sitoplazma tərəfdən, yəni xarici səthindən birləşir.

# Nüvə

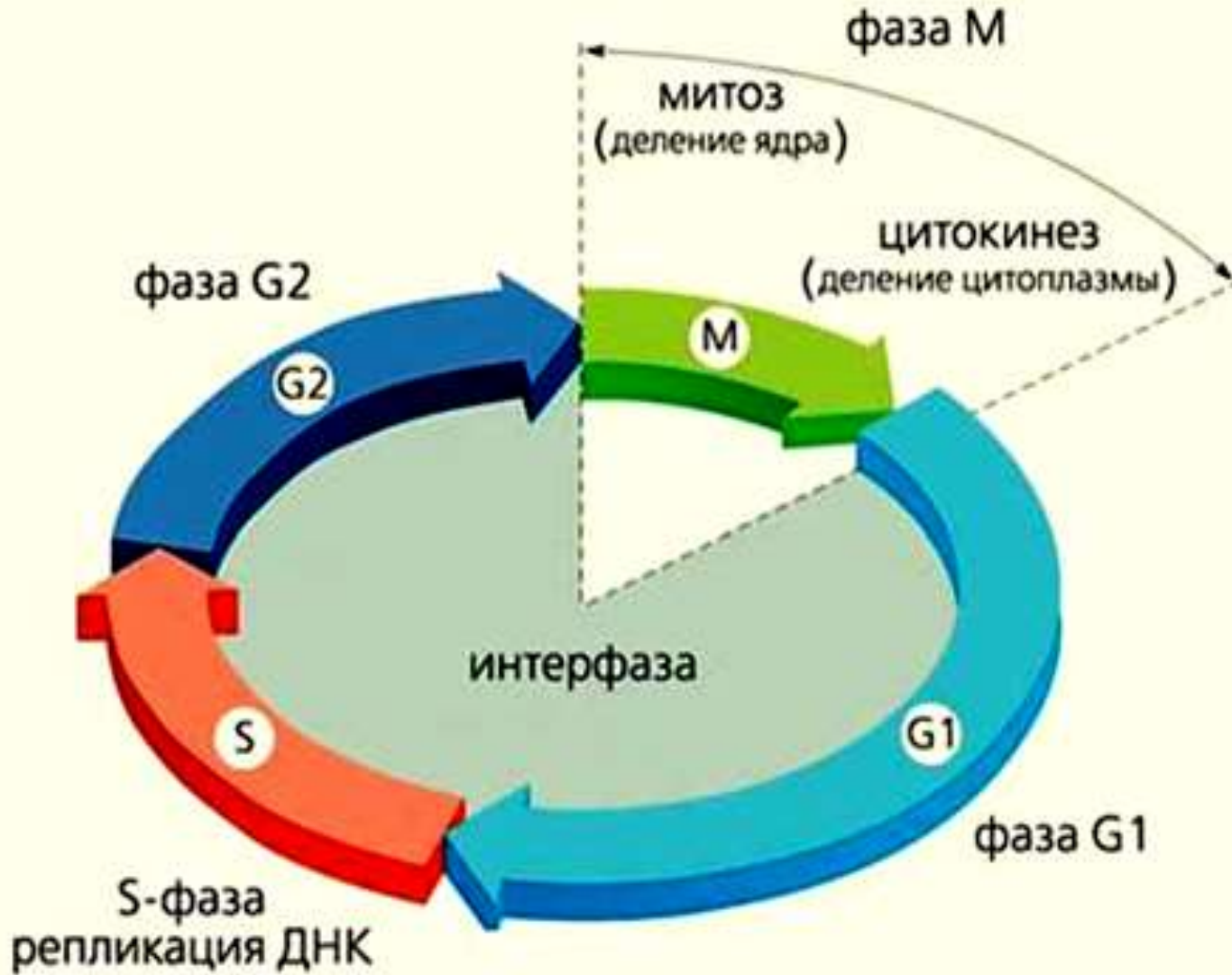
- Nüvəcik – karioplazmada aydın seçilir, sıx quruluşa malikdir. O, membransız quruluşdur, rDNT-nin yerləşdiyi sahədə, yəni nüvəcik təşkilatçılarının – rRNT genlərinin tandem təkrarları olan xromosom sahəsində formalaşır.
- Nüvəciyin əsas funksiyaları rRNT-ləri sintez etmək və ribosomun subvahidlərini formalaşdırmaqdır.
- Nüvəciyin quruluşunun tamlığı onun aktivliyindən asılıdır, rRNT genlərinin aktiv olmayan vəziyyətə keçməsi nüvəciyin quruluşunda ciddi dəyişikliyə səbəb olur.

## *Hüceyrənin həyat dövriyyəsi*

- Hüceyrənin həyat dövriyyəsi müəyyən zaman kəsimində hüceyrədə baş verən bütün qanunauyğun struktur-funksional dəyişiklikləri əks etdirir.
- Həyat dövriyyəsi hüceyrənin yaşadığı vaxtıdır. Bu, ana hüceyrənin bölünməsi anından başlayır və onun özünün bölünməsi və ya təbii ölümü ilə başa çatır.
- Mürəkkəb quruluşlu orqanizmlərdə (məsələn, insan) hüceyrələrin həyat dövriyyəsi fərqli ola bilər. İnsanda eritrositlər, sinir hüceyrələri və eninəzolaqlı əzələlərin hüceyrələri bölünüb çoxalmırlar.



# Нүсөүрәнің һәүәт дөүрһүүәсі



# *Hüceyrənin həyat dövriyyəsi*

- Orqanizmdə müxtəlif epiteli hüceyrələri, qan yaradıcı toxuma hüceyrələri, fibrioblastlar, osteoblastlar daim yeniləşir, bölünüb çoxalır.
- Ali onurğalılarda hüceyrələrin əksəriyyəti adi halda çoxalmırlar, ancaq orqan və toxumaların reperativ regenerasiyası zamanı bölünmə qabiliyyətini yenidən bərpa edirlər.
- Hüceyrələrin həyat dövriyyəsi hec də bir bölünmələrdən ibarət deyil. Onlar sonrakı bölünməyə qədər özünəməxsus funksiyaları yerinə yetirir, müxtəlif metabolik prosesləri həyata keçirir, sakitlik dövrünü yaşayır, müəyyən hissəsi mitoza hazırlaşır.

# *Hüceyrənin həyat dövriyyəsi*

- Hüceyrənin böyümə dövrü və ya interfaza bir neçə mərhələdən ibarətdir
- $G_1$  – ilkin böyümə fazasıdır, bu zaman zülalların, mRNT-nin və digər hüceyrə komponentlərinin sintezi baş verir. Diferensiasiya etmiş və sonrakı mərhələdə bölünməyən hüceyrələr  $G_0$  sakitlik mərhələsinə keçirlər.  $G_1$  və  $G_0$  mərhələlərində olan hüceyrələrin DNT-də fərq yoxdur.
- S - fazada DNT-nin replikasiyası, xromatin - histon kompleksin əmələ gəlməsi və sentriolların ikiləşməsi baş verir.

# *Hüceyrənin həyat dövriyyəsi*

- **G<sub>2</sub>** – fazada mitoz hazırlıq davam edir. Bu mərhələdə biosintez prosesləri intensivləşir, energetik ehtiyatlar artır, mitoxondrilər bölünür, sentriollar ikiləşir və bölünmə iyi əmələ gəlməyə başlayır.
- **G<sub>2</sub>**- faza mitoz hazırlığının son mərhələsidir.
- **M** – fazada mitoz bölünmə baş verir. Mitoz bölünmə iki ardıcıl prosesdən - kariokinez və sitokinezdən ibarətdir. Kariokinez hüceyrə nüvəsinin, sitokinez isə sitoplazmanın bölünməsidir.

## *Hüceyrənin qocalması və ölümü*

- Hüceyrələr müəyyən vaxt ərzində fəaliyyət göstərir, sonra qocalır və bu, ölümə başa çatır.
- Somatik hüceyrələrin bölünmə həddi, yəni bölünmələrin sayı genetik proqramlaşdırılmışdır.
- Bu genetik proliferativ potensial növün fərdlərinin ömrünün uzunluğu ilə düz mütənasib, orqanizmin yaşı ilə tərs mütənasibdir.
- Qocalan hüceyrələrdə DNT-nin replikasiyası baş vermir, onlar  $G_1$ - fazada uzun müddət qalır və sonda  $G_0$ - fazaya, sakitlik mərhələsinə keçirlər.

# *Hüceyrənin qocalması və ölümü*

- Qocalma prosesində orqanellərin miqdarı, bütövlükdə isə hüceyrənin ümumi həcmi azalır.
- Lizosomların sayı artır, pigment və yağ törəmələri toplanır, nüvənin və sitoplazmanın vakuollaşması baş verir, sitoplazmanın keçiriciliyi yüksəlir. Yetkin orqanizmdə hüceyrələrin sayının nisbi tarazlığı onların proliferasiyası və ölümü hesabına tənzimlənir.
- Orqan və toxumaların həyat fəaliyyətində hüceyrələrin ölümü çox mühüm əhəmiyyətli amildir.
- Hüceyrələrin ölümü iki yolla baş verir: nekroz və apoptoz.

# *Hüceyrənin qocalması və ölümü*

- Nekroz mahiyyətinə görə təsadüfi ölümdür və özünü kəskin formada göstərən zədələyici amilin təsiri altında baş verir.
- Apoptoz hüceyrənin fizioloji və ya genetik proqramlaşdırılmış ölümüdür. Apoptozun genetik proqramının reallaşması üçün xarici mühit amilləri təsir edir və genlər hüceyrəni dağıdan maddələr sintez edirlər.
- Bu, toxumada hüceyrəarası maddənin dağılması ilə başlayır. Sonda nüvə fraqmentlərə ayrılır və belə hüceyrələr qonşu hüceyrələr tərəfindən udulur.

***DİQQƏTİNİZƏ GÖRƏ  
TƏŞƏKKÜR EDİRƏM!***