

UP10. Citosol, citoesquelet i orgànuls no membranosos

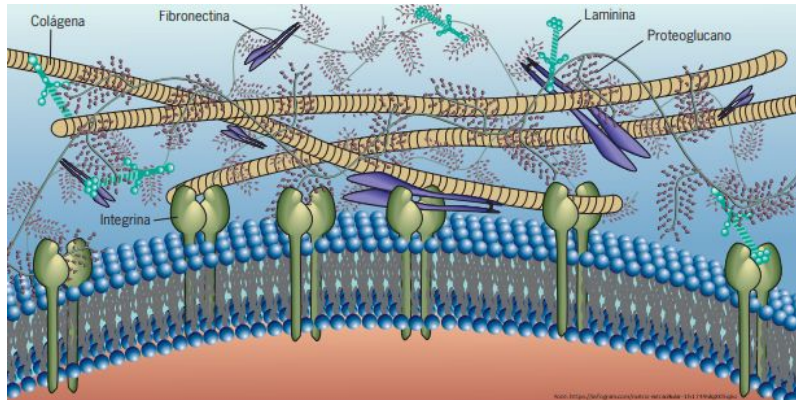
1. Embolcalls extracel·lulars

Moltes **cèl·lules eucariotes** presenten, per la part exterior de la membrana plasmàtica, estructures externes que contribueixen a: **protegir la cèl·lula, donar-li rigidesa i augmentar la cohesió amb les cèl·lules veïnes.**

Quins embolcalls extracel·lulars es troben?

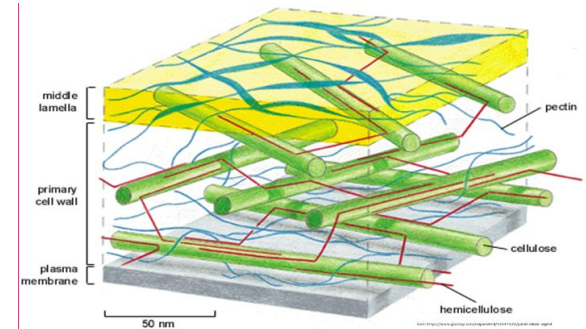
Matriu extracel·lular

- Cèl·lules animals



Paret cel·lular

- Cèl·lules vegetals
- Fongs
- Cèl·lules procariotes



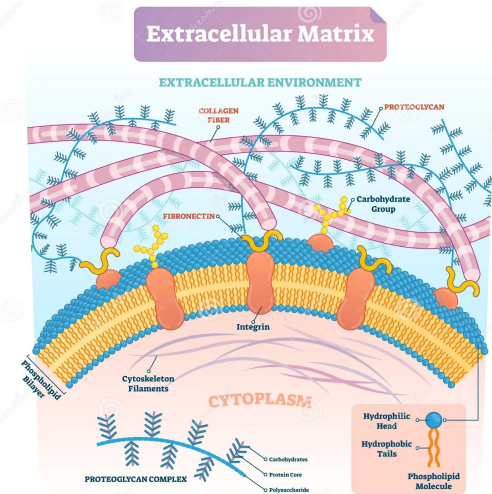
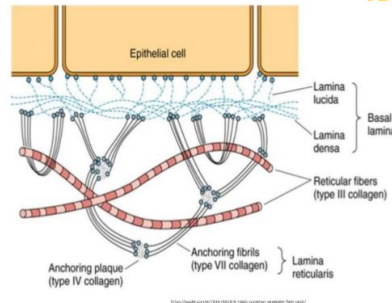
1. Embolcalls extracel·lulars

1.1 Matriu extracel·lular

La **matriu extracel·lular** és una estructura pròpia de les cèl·lules animals que es troba **per fora de la membrana plasmàtica**. Serveix de **nexe d'unió entre cèl·lules** que formen teixits, omplint els espais intercel·lulars, mantenint així la **cohesió** entre les cèl·lules que formen els teixits dels diferents òrgans.

El seu gruix i composició depèn del tipus de cèl·lula i teixit que formen, de manera que pot ser:

- **Làmina prima** → Làmina basal dels teixit epitelial
- **Làmina gruixuda** → Teixits connectius (teixit conjuntiu i cartilaginós).



1. Embolcalls extracel·lulars

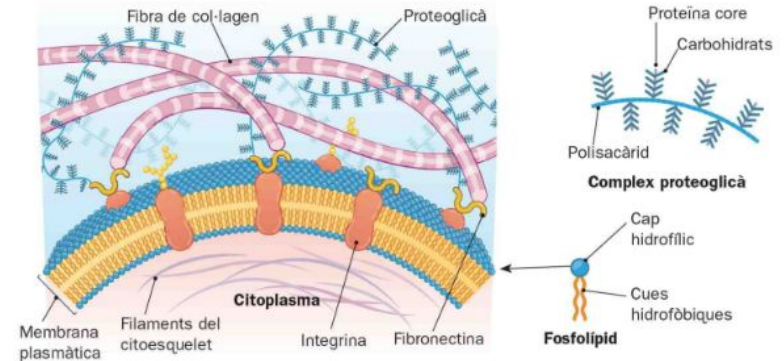
1.1 Matriu extracel·lular

Quins són els seus components?

Substància fonamental amorfa → matriu gelatinosa que envolta les fibres i omple els espais intercel·lulars.

Està formada per:

- **Proteoglicans** → Molècules complexes formades per un nucli proteic (**cadena peptídica**) al qual s'uneixen cadenes glucídiques anomenades **glicosaminoglicans** (GAGs).
 - Aquests proteoglicans s'uneixen a una molècula de polisacàrid, formant grans agregats.
 - La seva funció és donar viscositat, resistència a la compressió i hidratació a la matriu
- **Glicosaminoglicans** (GAGs) → **Polisacàrids** llargs i carregats negativament (com l'àcid hialurònic).
 - Atrauen aigua i ions, i contribueixen a la consistència gelatinosa de la matriu.



1. Embolcalls extracel·lulars

1.1 Matriu extracel·lular

Quins són els seus components?

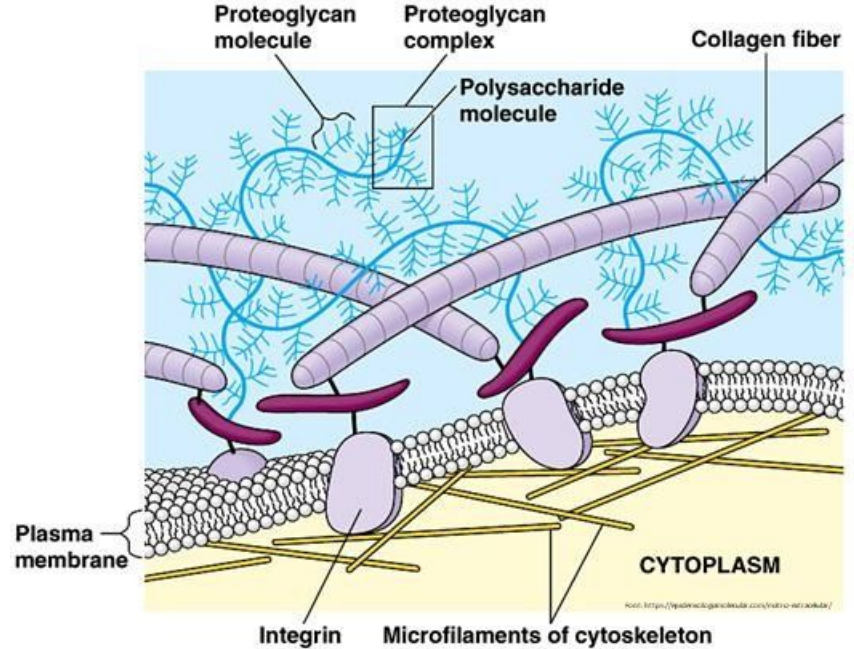
Proteïnes fibroses

- **Col·lagen** → Formen fibres que donen resistència i cohesió als teixits.
- **Elastines** → Proporciona elasticitat a la matriu

Proteïnes d'adhesió

- **Fibronectina** → glicoproteïna que uneix els components de la matriu entre sí, i a la membrana plasmàtica de la cèl·lula.

La membrana plasmàtica s'adhereix a la matriu extracel·lular, gràcies a unes proteïnes transmembrana anomenades **integrines**



1. Embolcalls extracel·lulars

1.1 Matriu extracel·lular

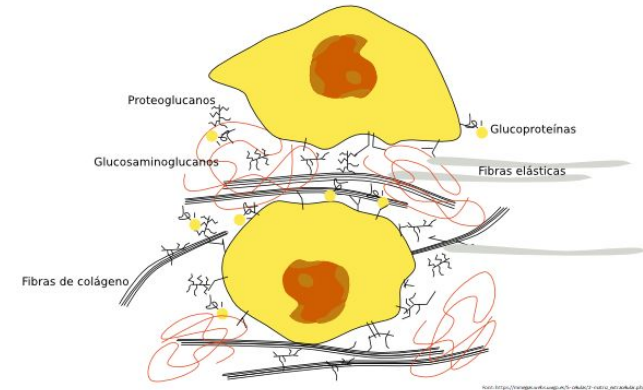
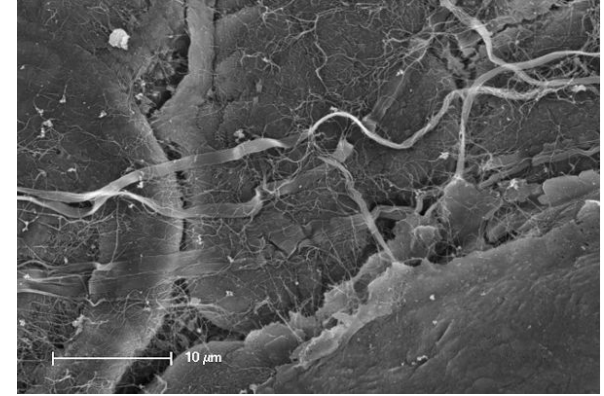
Quines són les seves funcions?

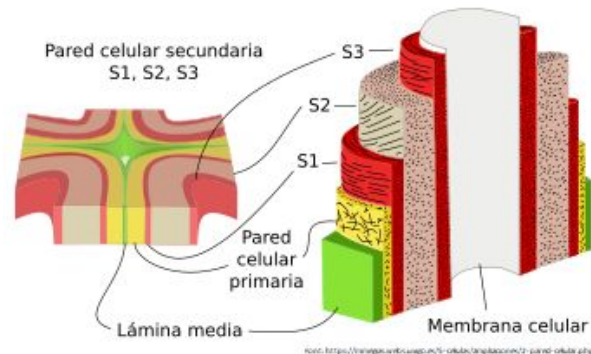
Suport i estructura → Dona resistència, elasticitat i cohesió als teixits, mantenint la seva forma i consistència (gràcies al col·lagen i l'elastina).

Adhesió cel·lular → Permet que les cèl·lules s'ancorin a la matriu mitjançant proteïnes d'unió (**fibronectina**) i **integrines**.

Intercanvi i comunicació → Facilita la difusió de nutrients i substàncies entre les cèl·lules i la sang, i també transmet senyals que regulen el creixement i la diferenciació cel·lular.

Reparació i regeneració → Intervé en la cicatrització i formació de nous teixits, guiant la migració i l'activitat de les cèl·lules.

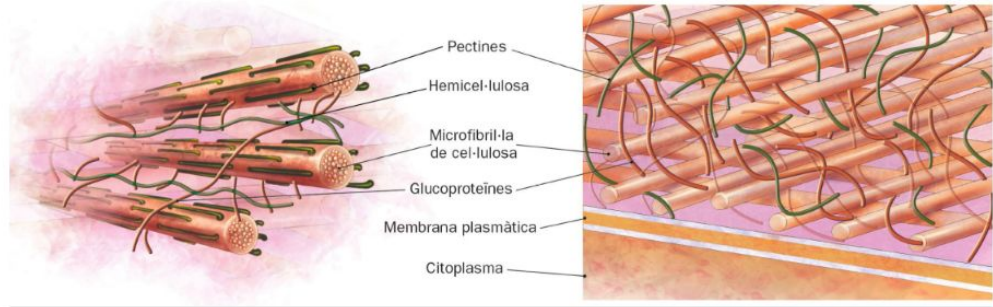




1. Embolcalls extracel·lulars

1.2 Paret cel·lular

Làmina mitja



És la **primera capa que es forma** després de la divisió cel·lular. Queda com a element d'unió entre dues cèl·lules adjacents. Està formada principalment per **pectines** (polisacàrid format a l'aparell de Golgi i transportat mitjançant vesícules a la membrana plasmàtica per donar lloc a la làmina mitja)

Paret primària

Es tracta d'una capa **prima i flexible** que es forma durant el creixement de la cèl·lula vegetal, permetent augmentar el tamany de les cèl·lules.

Aquesta capa es forma entre la làmina mitja i la membrana plasmàtica i està formada per:

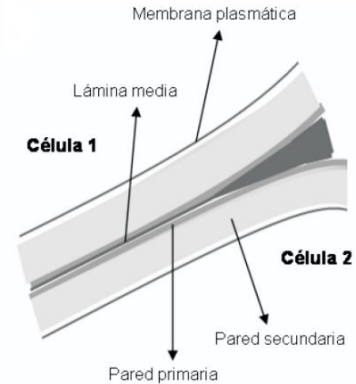
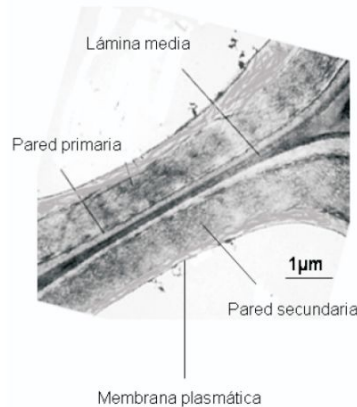
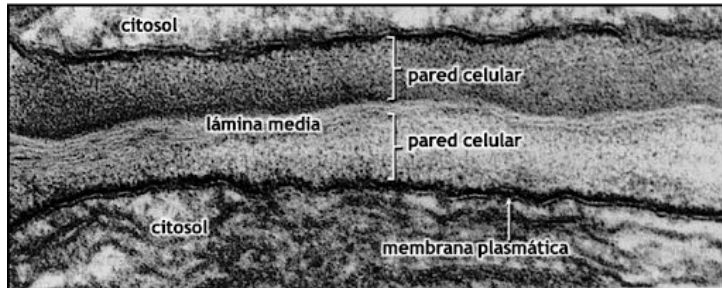
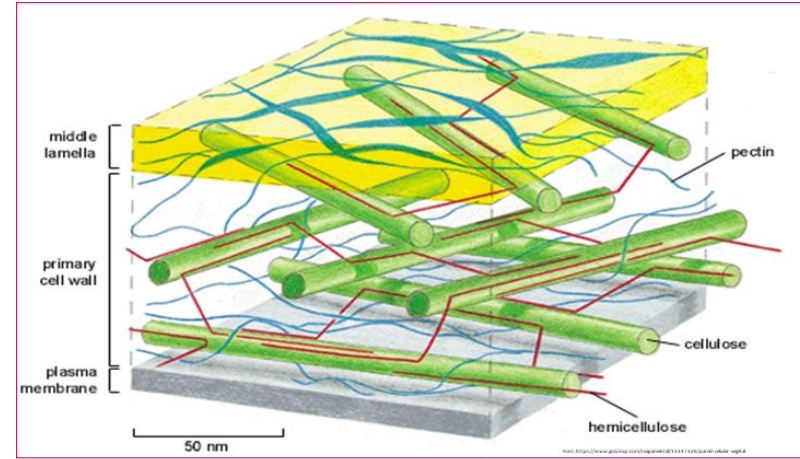
- **Microfibres de cel·lulosa** entrecuades en totes direccions → Permet el creixement de la cèl·lula
- Una matriu d'**hemicel·lulosa, pectines i glucoproteïnes**.

1. Embolcalls extracel·lulars

1.2 Paret cel·lular



Molècula de cel·lulosa (polímer de glucosa amb enllaços $\beta(1-4)$)



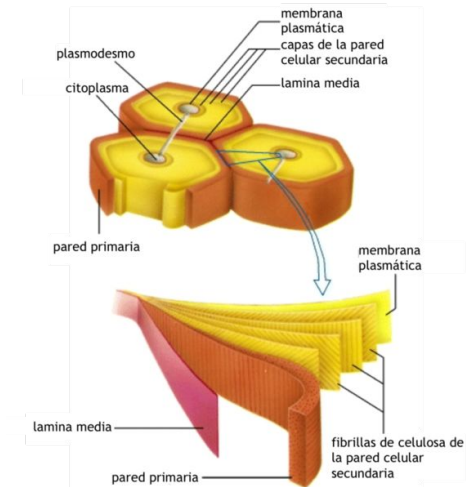
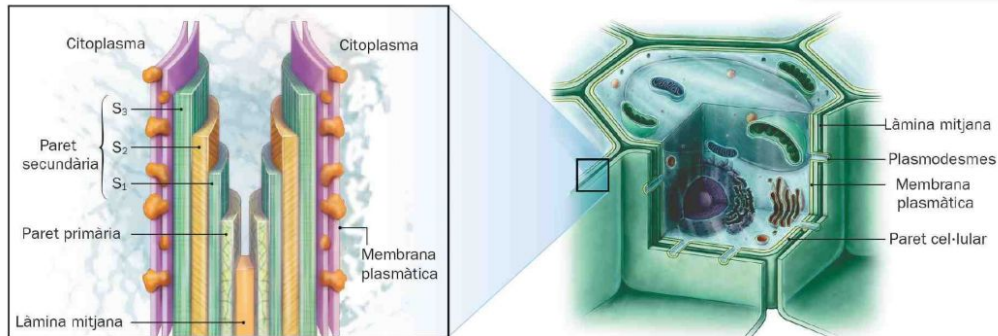
1. Embolcalls extracel·lulars

1.2 Paret cel·lular

Paret secundària

És la **darrera capa que es forma** i suposa el final del creixement de la cèl·lula, ja que té un gruix considerable i és **rígida**.

- Es situa entre la membrana plasmàtica i la paret primària i està composta principalment per **cel·lulosa**.
- Pot contenir altres substàncies com **lignina** i **suberina** (Permetent donar resistència i impermeabilitat a la cèl·lula, afavorint així la protecció davant patògens i agressions externes)

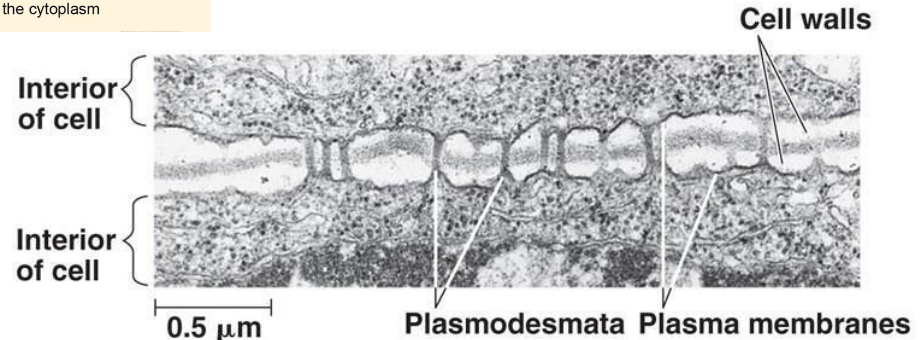
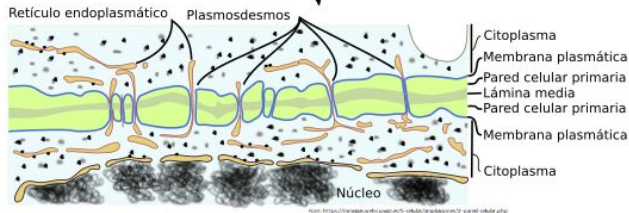
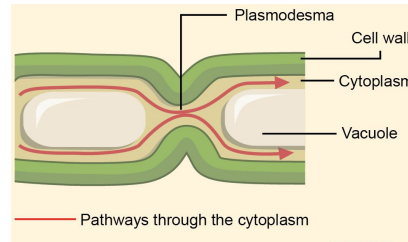
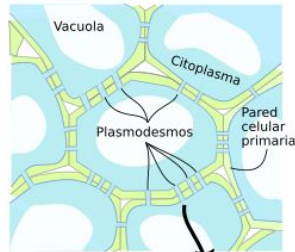


1. Embolcalls extracel·lulars

1.2 Paret cel·lular

Paret secundària

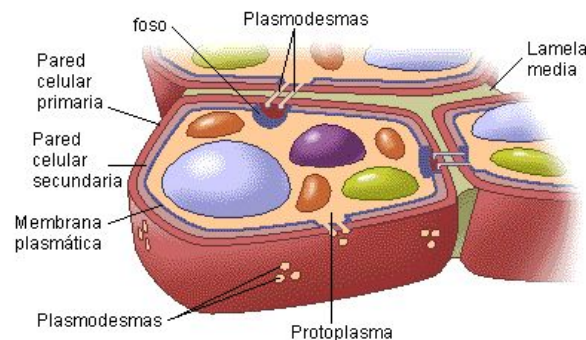
Degut a que les parets cel·lulars aïllarien per complet les cèl·lules, es formen uns **canals** que permeten comunicar el citoplasma de les cèl·lules adjacents, anomenats **plasmodesmes**.



1. Embolcalls extracel·lulars

1.2 Paret cel·lular

Quines són les seves funcions?



Protegir la cèl·lula

Actua com una barrera física davant agressions mecàniques, patògens i canvis de pressió osmòtica (evita que la cèl·lula esclati quan entra aigua).

Donar forma i rigidesa

Determina la forma de la cèl·lula i aporta suport estructural al conjunt del teixit i de la planta.

Permetre el creixement ordenat

La seva elasticitat inicial (a la paret primària) permet que la cèl·lula creixi sense perdre la forma.

Regular l'intercanvi de substàncies

Deixa passar aigua, ions i molècules petites a través dels porus i plasmodesmes, afavorint la comunicació i el transport entre cèl·lules.

2. Citoplasma

El **citoplasma** és la part de la cèl·lula que es troba **entre la membrana plasmàtica i l'embolcall nuclear**. Està constituït per:

- Citosol
- Citoesquelet
- Orgànuls cel·lulars
- Inclusions citoplasmàtiques

2.1 Citosol o hialoplasma

Què és?

És el **medi intern líquid** de la cèl·lula. Es troba delimitat pel conjunt de membranes que formen la cèl·lula i els diferents orgànuls.

Està compost per aproximadament un **80% d'aigua**, la resta són **pèptids** (en major proporció), **glúcids, lípids** i altres tipus de molècules com tRNA, mRNA, productes del metabolisme (ions) i sals minerals.

Depenent de les necessitats de la cèl·lula, el citosol pot tenir una consistència de **gel** (gelatinosa) o de **sol** (més líquida i amb major percentatge d'aigua).

Per tant...quines són les seves funcions?

- És el **lloc on ocorren la majoria de reaccions metabòliques** cel·lulars, amb la participació d'orgànuls específics com mitocondris, plasts i ribosomes.
- Emmagatzematge de substàncies.

2. Citoplasma

2.1 Citosol o hialoplasma

Què hi trobem al citosol?

- Una xarxa de **filaments i túbuls proteics** que constitueixen el **citoesquelet**
- **Orgànuls** amb i sense membrana
- Acumulacions de substàncies que es troben al citosol i que no estan envoltats per membrana, anomenades **inclusions**. Aquestes inclusions solen ser:
 - Substàncies amb funció de **reserva energètica**
 - **Pigments**
 - **Proteïnes precipitades.**

Parlant d'inclusions de reserva energètica....

- Es troben tant a les cèl·lules animals com a les vegetals
- Les més abundants són les reserves de **glucògen** i de **midó**

2. Citoplasma

2.1 Citosol o hialoplasma

Inclusions a les cèl·lules animals

Glucògen → abunda a les **cèl·lules hepàtiques** i les **musculars**.

- Si els nivells de glucosa en sang disminueixen per davall de 1g/L, el **glucògen hepàtic** s'hidrolitza a **glucosa**, que passarà a la sang i arribarà a les altres cèl·lules.
- El **glucògen muscular** només és consumit per aquest tipus de cèl·lula

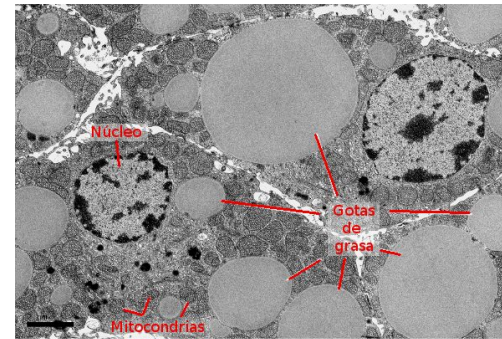
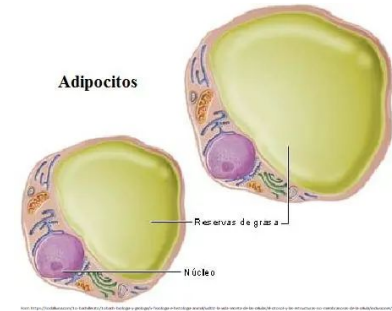
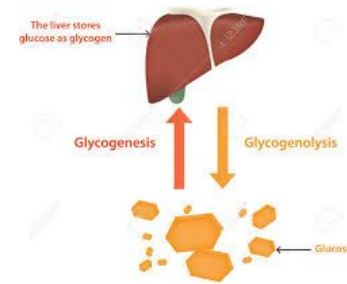
Lípids → Generalment triglicèrids, que s'emmagatzemen en forma de petites gotes als **adipòcits**.

Inclusions a les cèl·lules vegetals

Gotes de greix → Es troben en les cèl·lules de les llavors oleginoses

Olis essencials formen gotes líquides presents a les plantes aromàtiques

Làtex: lletrada present a alguns tipus de plantes i que serveix per tancar ferides.



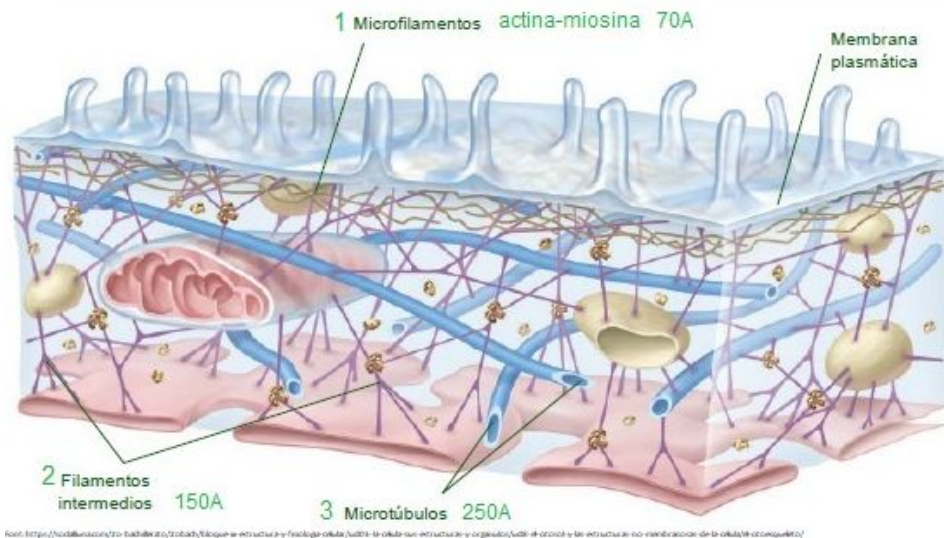
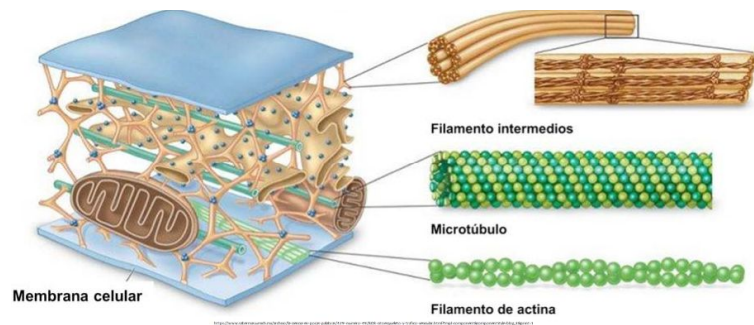
2. Citoplasma

2.2 Citoesquelet

És una **xarxa de filaments proteics**, amb funció esquelètica, que aporta una estructura interna a la cèl·lula (sosteniment estructural). També s'hi troben un alt nombre de **proteïnes** que s'encarreguen d'unir els filaments proteics entre si, i aquests a la membrana plasmàtica de la cèl·lula.

Els **filaments proteics** que formen part del citoesquelet són:

- **Microfilaments**
- **Filaments intermedis**
- **Microtúbuls**



2. Citoplasma

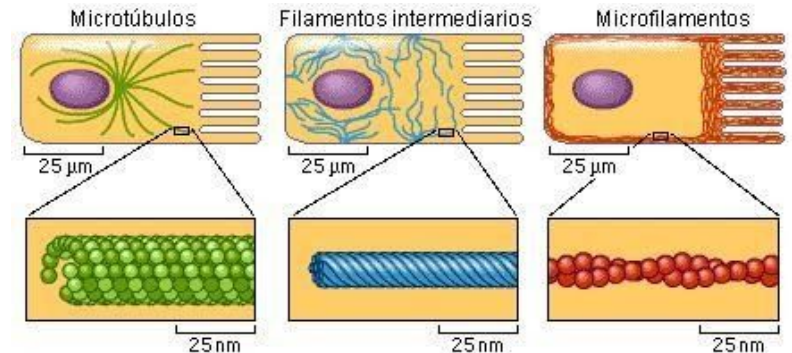
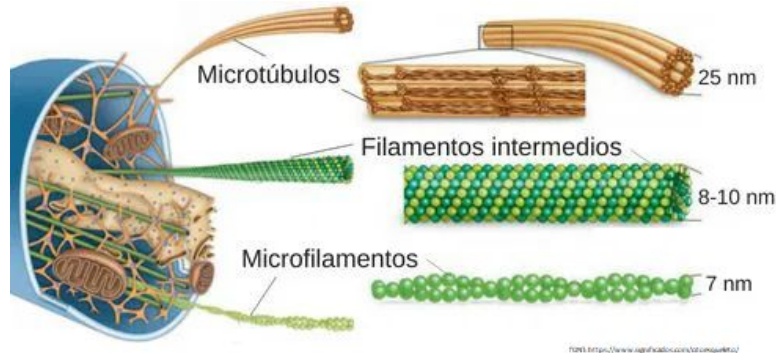
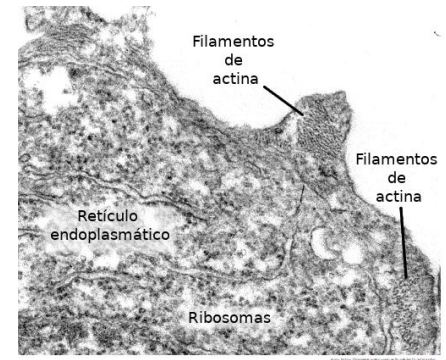
2.2 Citoesquelet

MICROFILAMENTS

Són els components **més abundants** del citoesquelet.

Són **fibres primes i flexibles** formades per la polimerització i enrotllament en forma de doble hèlix de la **proteïna actina** (proteïna globular).

- Aquests microfilaments d'actina s'**uneixen entre sí formant xarxes**, especialment abundants devora la membrana plasmàtica, donant lloc al **còrtex** o **citoesquelet cortical**, responsable de la **forma i moviment** de la superfície cel·lular.



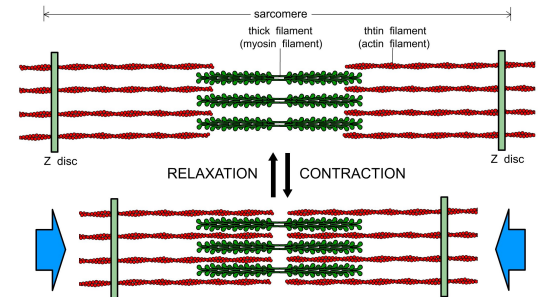
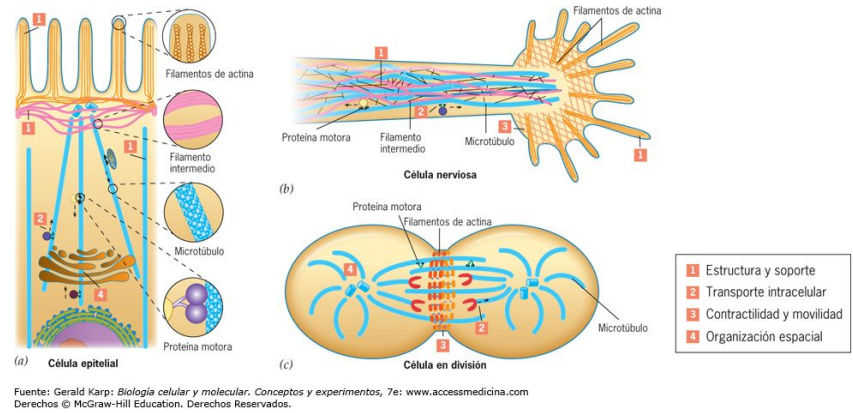
2. Citoplasma

2.2 Citoesquelet

MICROFILAMENTS

Quines són les seves funcions?

- **Contracció muscular** → A les **cèl·lules musculars** els filaments d'actina s'associen a **microfilaments de miosina** (filaments gruixuts), formats per feixos de molècules de miosina (proteïnes fibroses).
- **Formació d'extensions o protuberàncies de la cèl·lula** → Com per exemple les microvellositats de les cèl·lules intestinals, les quals permeten augmentar la superfície d'absorció.
- Formació de l'**anell contràctil d'estrangulació**, propi de la citocinesi (per separar les dues cèl·lules formades al final de la mitosi)
- Formació de **pseudòpodes**
- Formació de **corrents citoplasmàtiques** que permeten desplaçar els òrgans per al citoplasma.

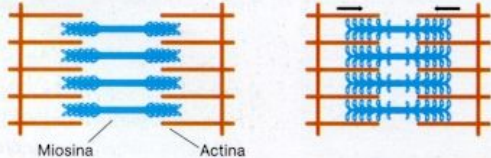
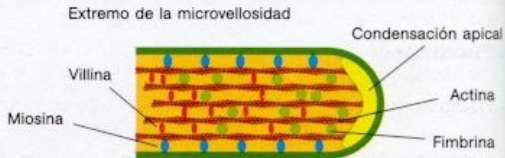
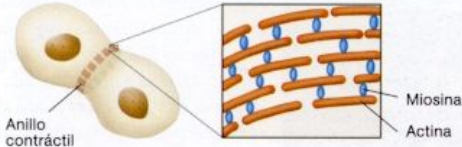
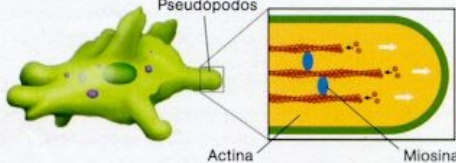


2. Citoplasma

2.2 Citoesquelet

MICROFILAMENTS

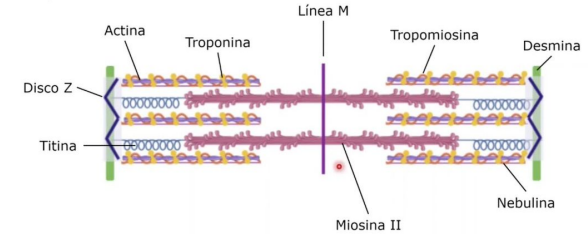
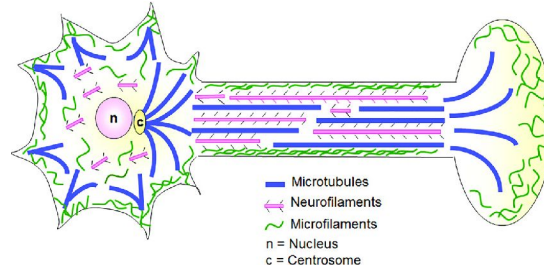
Quines són les seves funcions?

FUNCIONES DE LOS MICROFILAMENTOS DE ACTINA	
CONTRACCIÓN MUSCULAR	FORMACIÓN DEL ESQUELETO MECÁNICO DE LAS MICROVELLOSIDADES
En las células musculares estriadas, la actina se asocia a la miosina, permitiendo que los microfilamentos de actina se acorten al deslizarse unos sobre otros, lo que provoca la contracción de la célula muscular.	Algunas células, como las del epitelio intestinal, presentan en la membrana unas prolongaciones denominadas microvellosidades, que se mantienen rígidas porque contienen un haz de microfilamentos de actina.
 Miosina Actina	 Extremo de la microvellosidad Condensación apical Villina Miosina Actina Fimbria
CARIOCINESIS CELULAR	MOVIMIENTO AMEBOIDE
En la telofase de la división celular se forma un anillo contráctil en la zona ecuatorial de la célula, constituido por fibras de actina y miosina, cuya contracción provocará la separación de las células hijas.	Algunos organismos unicelulares, como por ejemplo la ameba, son capaces de desplazarse activamente mediante la formación de pseudópodos, que son prolongaciones celulares que contienen microfilamentos de actina.
 Anillo contráctil Miosina Actina	 Pseudópodos Actina Miosina

2. Citoplasma

2.2 Citoesquelet

FILAMENTS INTERMEDIIS



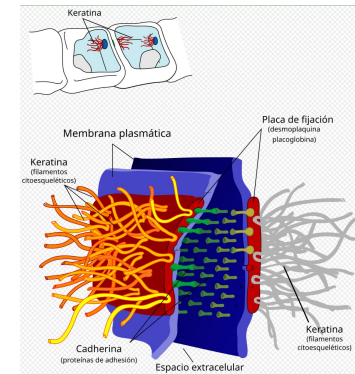
Filaments proteics de **gruixa intermitja** entre els microfilaments i els microtúbuls.

Tenen una **funció estructural**, de manera que són **els més resistents** dels tres tipus de filaments que formen el citoesquelet.

- **Eviten ruptures** de les membranes plasmàtiques sotmeses a esforços, com les cèl·lules nervioses, musculars i epitelials.
- També contribueixen a **mantenir la forma cel·lular**, juntament amb la resta de components del citoesquelet.

*Poden ser de **diversos tipus**, on els més representatius són:*

- **Neurofilaments** → presents a l'axò de les neurones.
- Tonofilaments o **filaments de queratina** → A les cèl·lules epitelials, localitzats especialment als desmosomes (estructures cel·lulars que mantenen les cèl·lules unides). Especialment abundants a la pell, ungles i cabell.
- **Filaments de desmina** → Present a les cèl·lules musculars, ajuden a mantenir alineats els filaments d'actina i miosina durant la contracció.



2. Citoplasma

2.2 Citoesquelet

MICROTÚBULS

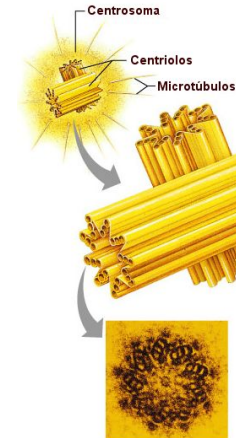
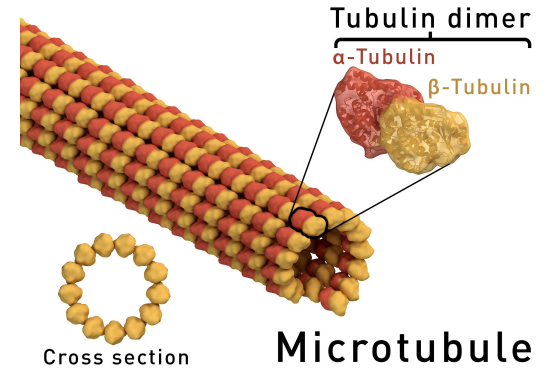
Cilindres **buits i rígids** formats per dímers de **tubulina** (proteïnes globulars). Els microtúbuls es formen i es destrueixen constantment, ja que intervenen en la forma i el moviment intern de la cèl·lula.

S'originen als *centres organitzadors de microtúbuls*!



Regió present a les **cèl·lules eucariotes**, des d'on es forma la polimerització dels microtúbuls.

- A les cèl·lules animals és el **centrosoma**
 - Conjunt de **dos centríols** (diplosoma), situats de forma perpendicular entre sí, envoltats per un **material pericentriolar** sense forma definida.



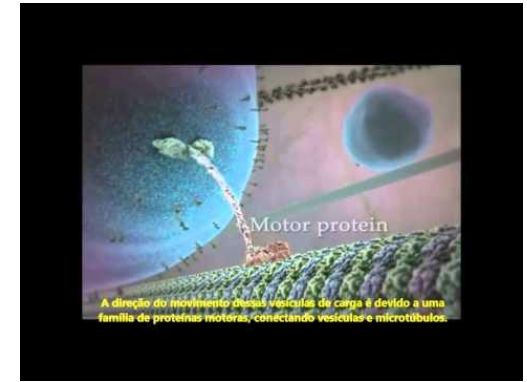
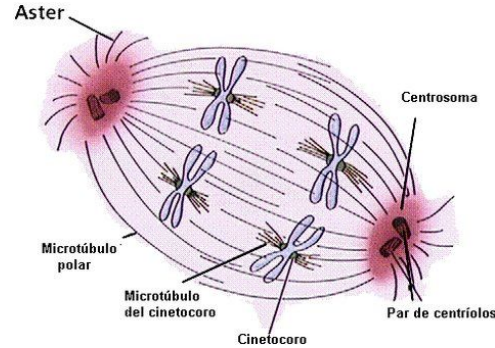
2. Citoplasma

2.2 Citoesquelet

MICROTÚBULS

Quines són les seves funcions?

- **Moviment cel·lular** → són els principals elements estructurals dels cilis i els flagels i, juntament amb els microfilaments d'actina, participen en la formació dels pseudòpodes.
- Determinen la **forma de la cèl·lula** → Com en el cas de l'axò de les neurones, les quals presenten un eix de microtúbuls en la seva estructura.
- **Organització interna dels orgànuls** → alguns orgànuls, com els mitocondris, cloroplasts i vesícules es desplacen per la cèl·lula al llarg dels microtúbuls; altres, com el RE o l'AG es mantenen fixes a causa de l'acció de subjecció d'aquests.
- **Mobilitzar els cromosomes** → a partir dels microtúbuls es forma el fus acromàtic o fus mitòtic, que reparteix els cromosomes entre les dues cèl·lules filles.



2. Citoplasma

2.3 Centríols

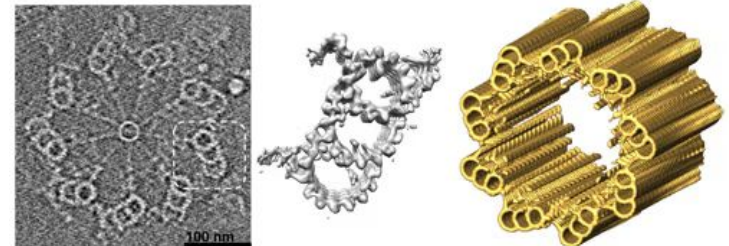
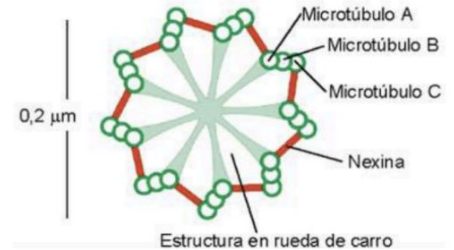
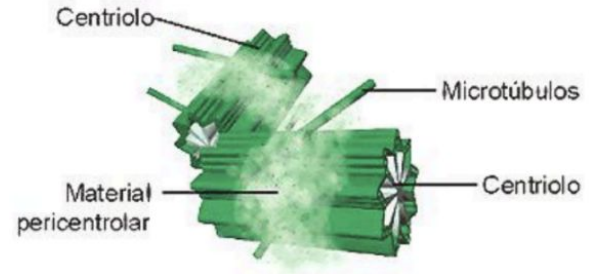
Els centríols són un **parell d'estructures perpendiculars cilíndriques i buides** rodejades d'un material proteic dens anomenat **material pericentriolar**.

Tot això forma el centrosoma o **centre organitzador de microtúbuls (COMT)**, que permet la formació dels microtúbuls de tubulina que formen part del citoesquelet.

Quina és la seva estructura?

Són estructures cilíndriques de **0,2µm de diàmetre** amb les parets formades per **nou triplets de microtúbuls**, l'anomenada estructura **9+0**.

- Els microtúbuls que formen els triplets s'anomenen microtúbul **A, B i C**.
- Cada triplet està unit a un altre triplet mitjançant la proteïna **nexina**



2. Citoplasma

2.3 Centríols

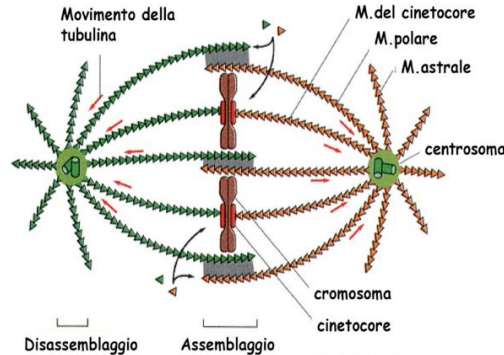
El centrosoma amb centríols és una **estructura pròpia de cèl·lules animals**.

Les cèl·lules vegetals tenen un COMT, però NO tenen centríols.

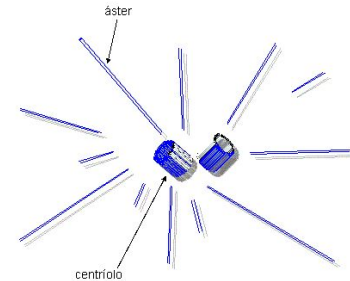
De la regió pericentriolar en surten un **conjunt de microtúbuls** curts que irradien des del centrosoma cap al citoplasma, **formant una mena d'estrella** al voltant dels centríols **anomenada àster**.

Quines són les funcions de l'àster?

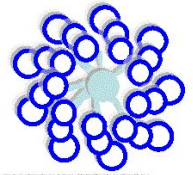
- Fixar els centrosomes a la membrana plasmàtica durant la mitosi.
- Formen les estructures internes de cilis i flagels.
- Formen el fus acromàtic que separa els cromosomes durant la divisió cel·lular
- Formen el citoesquelet.



Estructura del centrosoma en una cèl·lula animal



Corte transversal de un centríolo



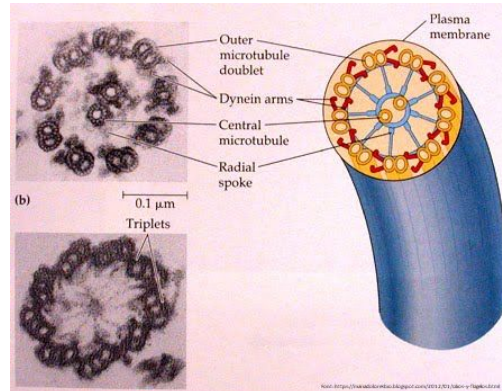
2. Citoplasma

2.4 Cilis i flagels

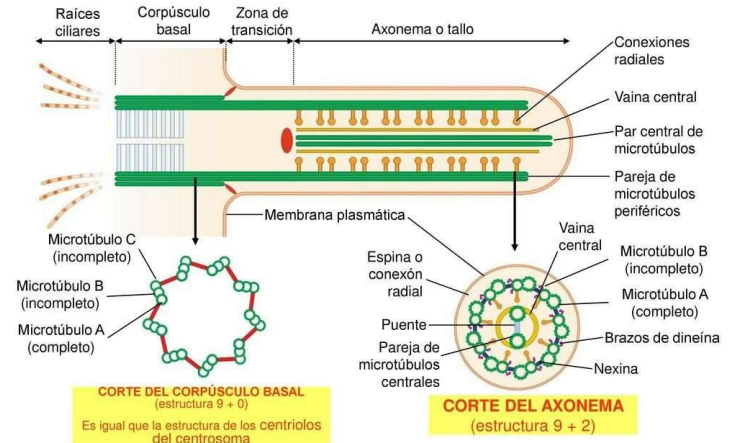
Prolongacions mòbils del citoplasma, situades a la superfície cel·lular i que presenten una estructura de $9 + 2$ (**9 diplets de microtúbuls + 2 microtúbuls centrals**)

Des de la zona més externa, i cap a l'interior, es distingeixen 4 parts principals:

- Tija
- Zona de transició
- Corpúscle basal o cinetosoma
- Arrel



Els **cilis** són més **curts** que els flagels i es troben en un **nombre major**, mentre que els **flagels** són més **llargs** i generalment només n'hi ha **un o dos**.



El diagrama ilustra la estructura de un flagelo eucarionte, dividido en tres regiones principales: Raíces ciliares, Corpúsculo basal y Zona de transición, seguidas por el Axonema o tallo.

Región del Corpúsculo Basal: Se muestra la base del flagelo donde se ancla a la célula. Incluye la Membrana plasmática y los Raíces ciliares. Se detallan los Microtúbulo C (incompleto), Microtúbulo B (incompleto) y Microtúbulo A (completo) que forman parte de la estructura basal.

Región del Axonema o Tallo: La parte larga y cilíndrica del flagelo. Muestra la Vaina central, el Par central de microtúbulos y la Pareja de microtúbulos periféricos. Las Conexiones radiales conectan los microtúbulos periféricos con la vaina central.

Corte del Corpúsculo Basal (estructura 9 + 0): Una vista transversal que muestra un arreglo de nueve microtúbulos periféricos (tres pares de microtúbulos A y B) y un microtúbulo C incompleto en el centro. Las etiquetas incluyen: Espina o conexón radial, Puente, Pareja de microtúbulos centrales, Vaina central, Microtúbulo B (incompleto), Microtúbulo A (completo) y Brazos de dineína.

Corte del Axonema (estructura 9 + 2): Una vista transversal que muestra el mismo arreglo de nueve microtúbulos periféricos, pero con la adición de dos microtúbulos centrales (microtúbulo A y B). Las etiquetas incluyen: Vaina central, Microtúbulo B (incompleto), Microtúbulo A (completo), Brazos de dineína y Nexina.

2. Citoplasma

2.4 Cilis i flagels

ZONA DE TRANSICIÓ

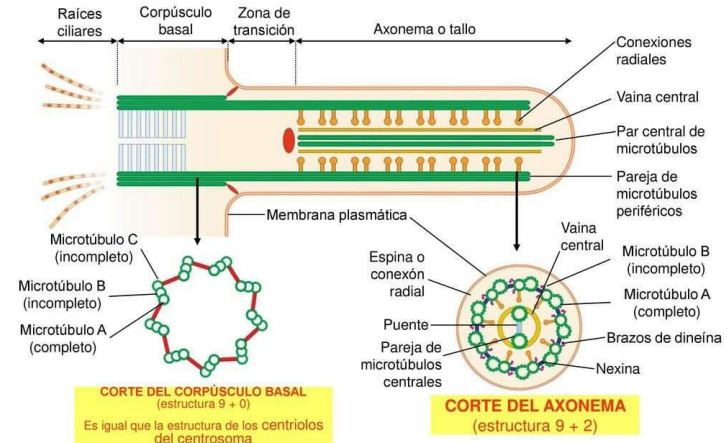
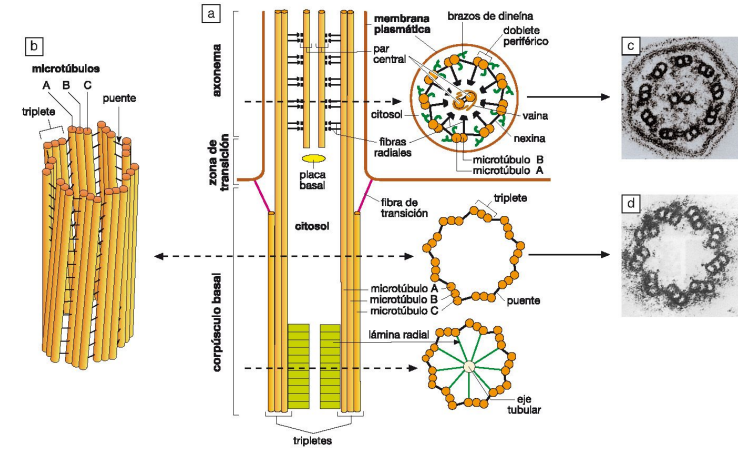
Formada per **diplets de microtúbuls**, però no està envoltat de membrana plasmàtica, ja que es troba a l'interior del citoplasma.

CORPUSCLE BASAL O CINETOSOMA

Format per **triplets de microtúbuls**. S'hi distingeixen dues parts:

- **Superior o distal** → A partir d'aquí s'organitzen els microtúbuls que formaran l'eix intern o axonema de la tija.
- **Inferior o proximal** → Presenta un eix central proteic, a partir del qual surten làmines radials cap als triplets de microtúbuls de la perifèria (estructura de **roda de carro**).

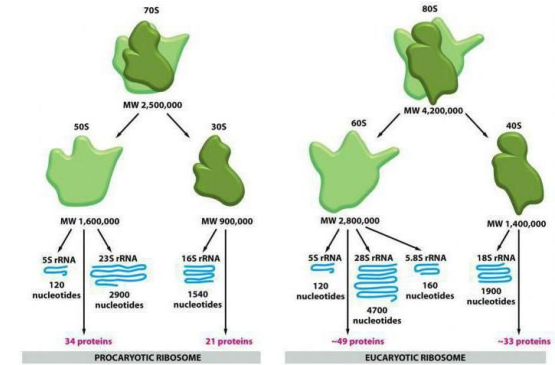
ARREL → Conjunt de microfilaments amb funció contràctil.



2. Citoplasma

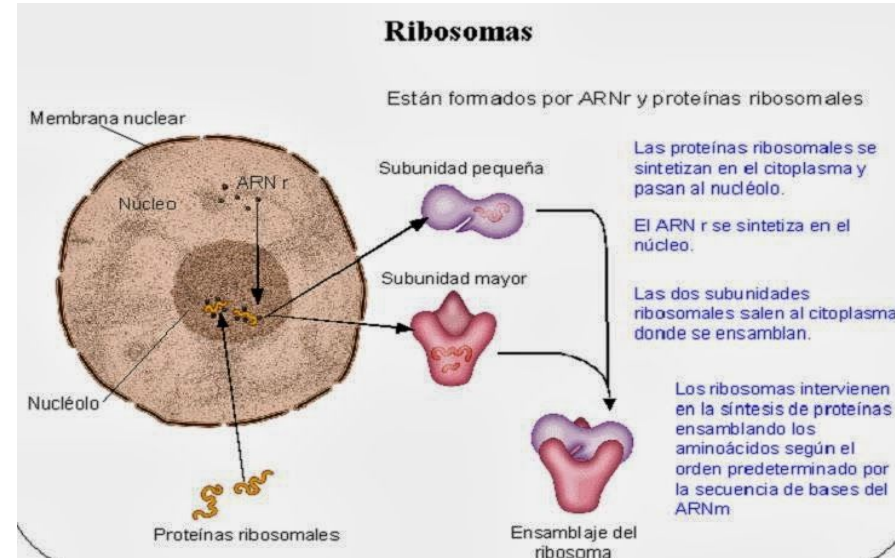
2.5 Ribosomes

Són **òrgans sense membrana** que només es poden veure amb el microscopi electrònic. Són partícules compactes formades per ARNr i proteïnes, és a dir, **ribonucleoproteïnes**. N'hi ha **a totes les cèl·lules**, eucariotes i procariotes



Els ribosomes estan formats per **dues subunitats**, una més gran que l'altra.

- Les dues subunitats **es formen al nuclèol**, on s'uneixen els seus components (ARN i proteïnes).
 - Les **proteïnes es formen al citoplasma** i posteriorment emigren cap al nuclèol.
 - Les dues subunitats surten del nucli a través dels porus nuclears i s'acoblen al citoplasma.



2. Citoplasma

2.5 Ribosomes

Quina és la seva funció?

La funció dels ribosomes és participar en la **síntesi de proteïnes** unint els aminoàcids en un ordre preestablert.

- Les proteïnes sintetitzades al citosol pels ribosomes lliures es queden al citosol.)
- Les que es sintetitzen al reticle endoplasmàtic poden passar a altres orgànuls o bé secretar-se a l'exterior.

Recorda!!

Les proteïnes sintetitzades al **citoplasma** no es glicosilen i són utilitzades per les funcions internes de la cèl·lula (Histones, enzims de rutes metabòliques)

Les que es sintetitzen al **RE** es glicosilen i poden seguir dos camins:

- Formar part de membranes (receptors, canals i bombes de transport)
- Secretar-se a l'exterior (Insulina, col·lagen)

