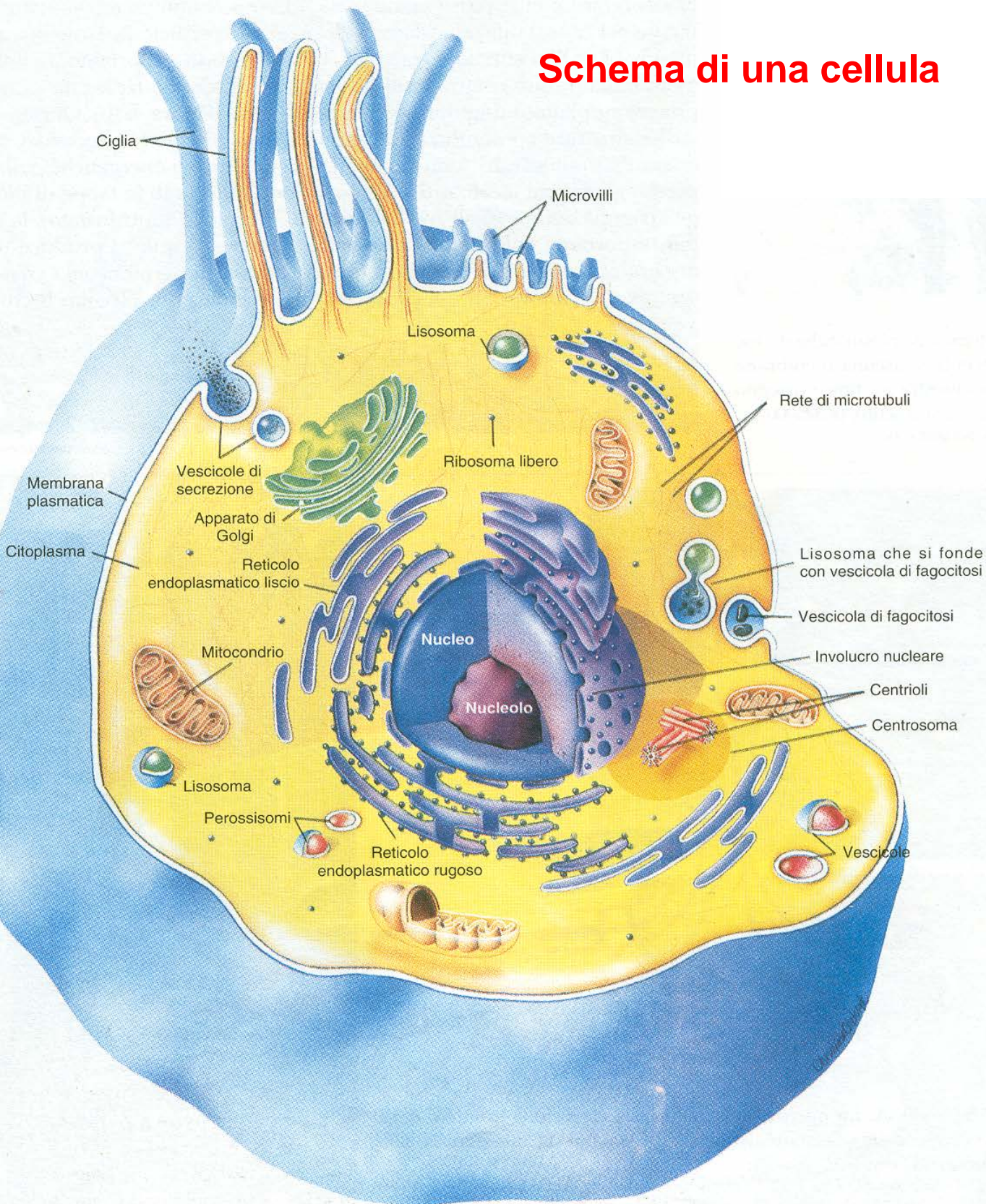


Schema di una cellula



Cellula generalizzata con i principali organelli come si potrebbe osservare con il microscopio elettronico. Nessuna singola cellula contiene tutti questi organelli, ma molte cellule ne contengono un gran numero.

LE DIMENSIONI DELLE CELLULE EUCARIOTICHE (VEGETALI E ANIMALI) E DELLE CELLULE PROCARIOTICHE

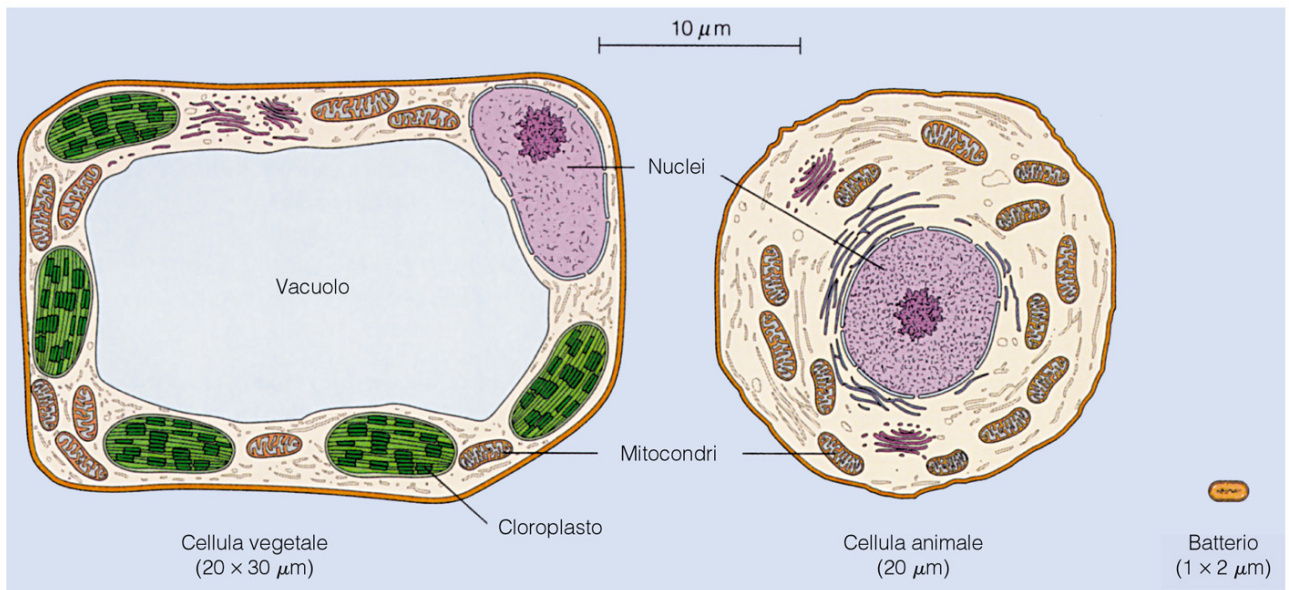


Figura 1A-1

Caratteri differenziali degli eucarioti e dei procarioti

	<i>Eucarioti</i>	<i>Procarioti</i>
Nucleo	Presenza di un vero <i>nucleo</i> avvolto da un involucro fatto da due membrane	<i>Nucleoide</i> libero nella regione centrale del citoplasma
Cromosomi	Vari cromosomi nei quali il DNA è associato a Istoni e proteine acide. Organizzazione del DNA e degli Istoni in <i>nucleofilamenti</i> ed in fibre cromatiniche	Cromosoma unico non associato a Istoni. Scarse proteine acide. Assenza di <i>nucleosomi</i> e di fibre cromatiniche
Apparato mitotico	Presenza del <i>centrosoma</i> e del fuso mitotico	Assenza dell'apparato mitotico. Il suo ruolo è presumibilmente assolto dalla membrana citoplasmatica
Caratteri delle membrane	Presenza di colesterolo	Assenza di colesterolo
«Cell wall» o parete cellulare	È presente nelle c. vegetali e nei funghi; nei protozoi e nelle cellule dei metazoi è sostituita dal « <i>glicocalice</i> ».	È sempre presente ed ha un grado di complessità elevata. Comprende peptoglicani nei quali si trovano aminoacidi insoliti (levogiri)
Ribosomi	Sono del tipo 80S quelli citoplasmatici e del tipo 70S quelli mitocondriali	Solo ribosomi 70S
Fosforilazione ossidativa	Localizzata nei mitocondri	Localizzata nella membrana citoplasmatica
RER, REL, App. di Golgi, Lisosomi granuli secretori	Presenti in varia misura a seconda del ruolo cellulare	Del tutto assenti
Rapporto tra «Potenziale genetico» e proteine codificate	Solo una piccola frazione del DNA è impegnato nella codificazione delle proteine e degli <i>RNA ribosomale</i> e <i>trasfer</i>	Quasi tutto il DNA è impegnato nella costituzione di geni relativi a proteine ed all' <i>RNA ribosomale</i> e <i>trasfer</i>
Costituzione dei geni strutturali	Presenza nei geni di <i>Introni</i> e di <i>Esoni</i>	Assenza di <i>Introni</i>
RNA messaggero	Il primo trascritto riguarda sia gli <i>Esoni</i> che gli <i>Introni</i> . L'mRNA viene ricavato dal trascritto dopo eliminazione degli introni.	L'mRNA è colineare con il gene e non subisce alcun processamento post-trascrizionale.

MEMBRANA PLASMATICA

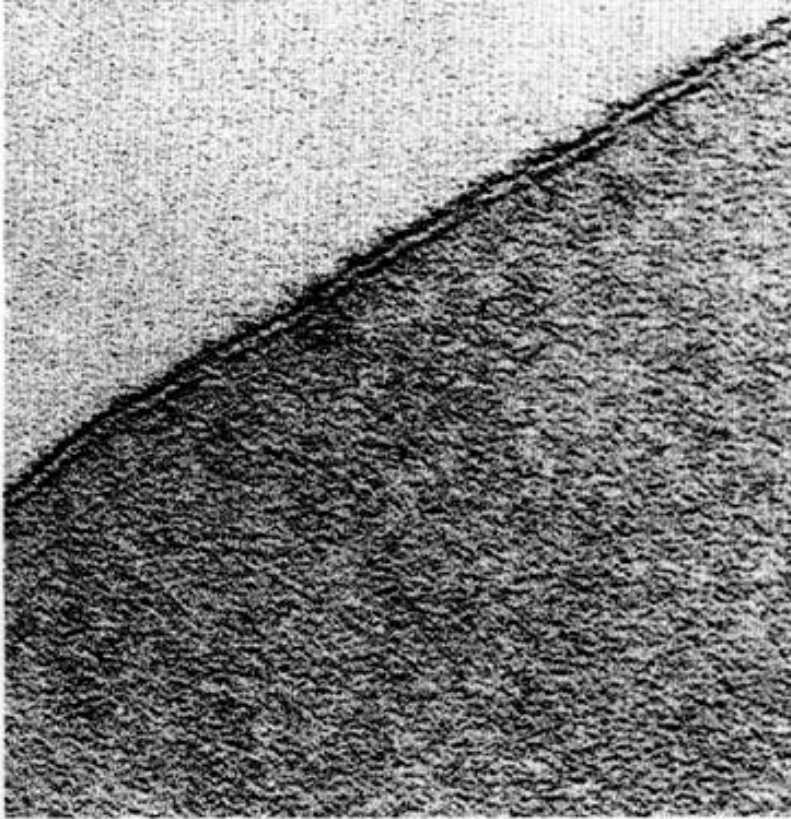
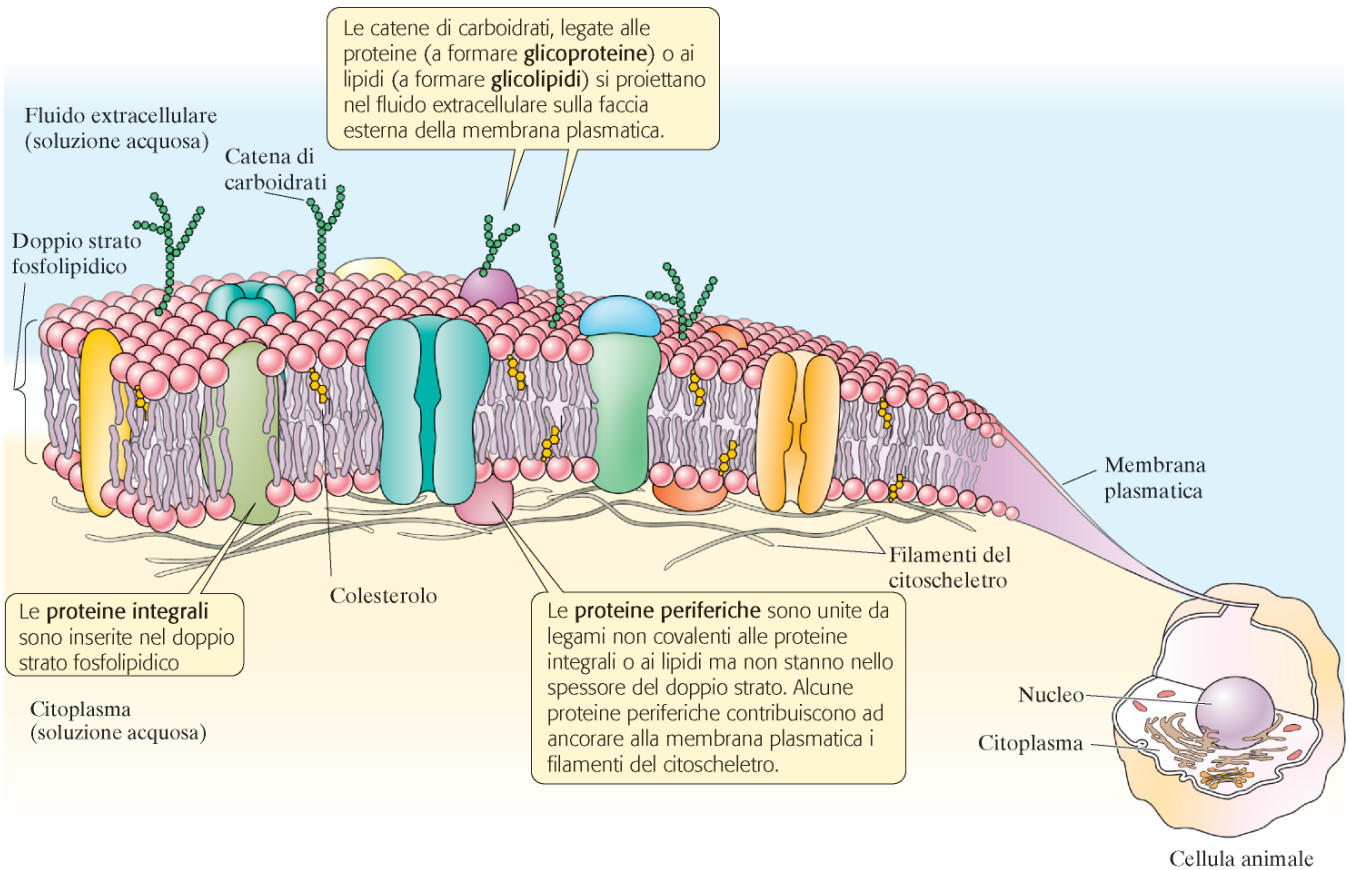


Figura 4.1. Fotografia al microscopio elettronico di una membrana plasmatica vista in sezione trasversale. L'interno della cellula (in basso a destra) è separato dalla parte esterna dalla membrana plasmatica che si vede come un profilo scuro-chiaro-scuro dello spessore di circa 100 Å. L'aspetto a sandwich scuro-chiaro-scuro è dovuto alla diversa colorazione della «membrana unitaria» durante la preparazione del tessuto, da parte di una sostanza opaca agli elettroni. [Robertson, 1960.]

**contiene sensori
proteici (recettori)
che trasferiscono
informazioni
dall'esterno
all'interno della
cellula**

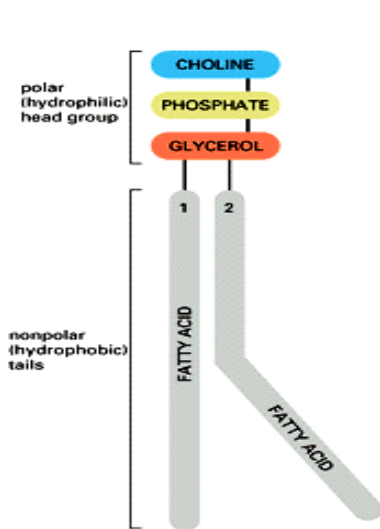
- racchiude la cellula
- definisce i confini
- mantiene le differenze tra interno ed esterno

Modello di membrana di Singer e Nicholson (a "mosaico fluido", 1972)

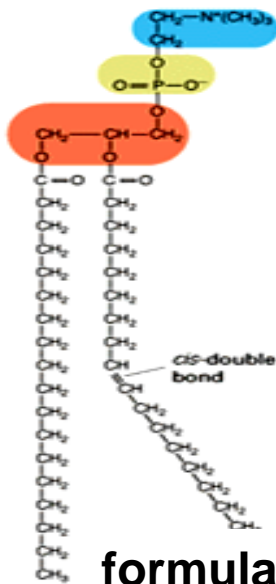


Le membrane biologiche sono costituite quasi interamente da fosfolipidi e proteine

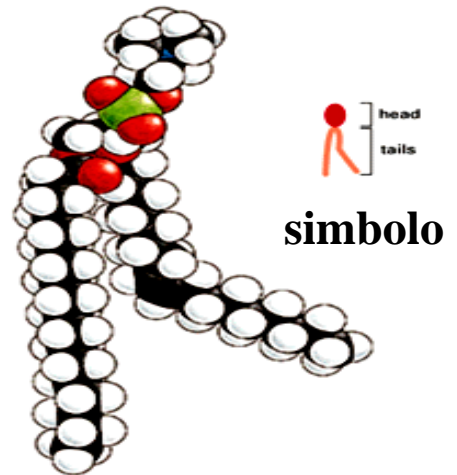
Parti di un fosfolipide, la fosfatidilcolina



schema



formula



modello
a spazio
pieno

Le cellule eucariotiche

- Sono **più grandi** delle cellule procariotiche
- Hanno **organuli** rivestiti da membrane
- Il **protoplasma** si divide in **nucleoplasma** (all'interno del nucleo) e **citoplasma** (al di fuori del nucleo)
- Il citoplasma è costituito da una componente fluida (**citosol**) e dagli **organuli** (eccetto il nucleo)

Il Nucleo (I): centro di controllo della cellula

- Quasi tutte le cellule hanno un nucleo
- L' **involucro nucleare** è costituito da due membrane (esterna ed interna) che si fondono formando i **pori nucleari** (rivestiti da Proteine)
- I pori nucleari regolano in modo selettivo il passaggio nucleo→citoplasma e viceversa

Il nucleo (II)

- Contiene il **DNA**, costituente dei **geni**, che viene **trascritto** in mRNA che va nel citoplasma dove viene **tradotto** in proteine
- Il DNA con le proteine istoniche forma la **Cromatina**
- La cromatina durante la divisione cellulare si condensa in **Cromosomi**, in numero caratteristico a seconda della specie (uomo: $2N=46$)

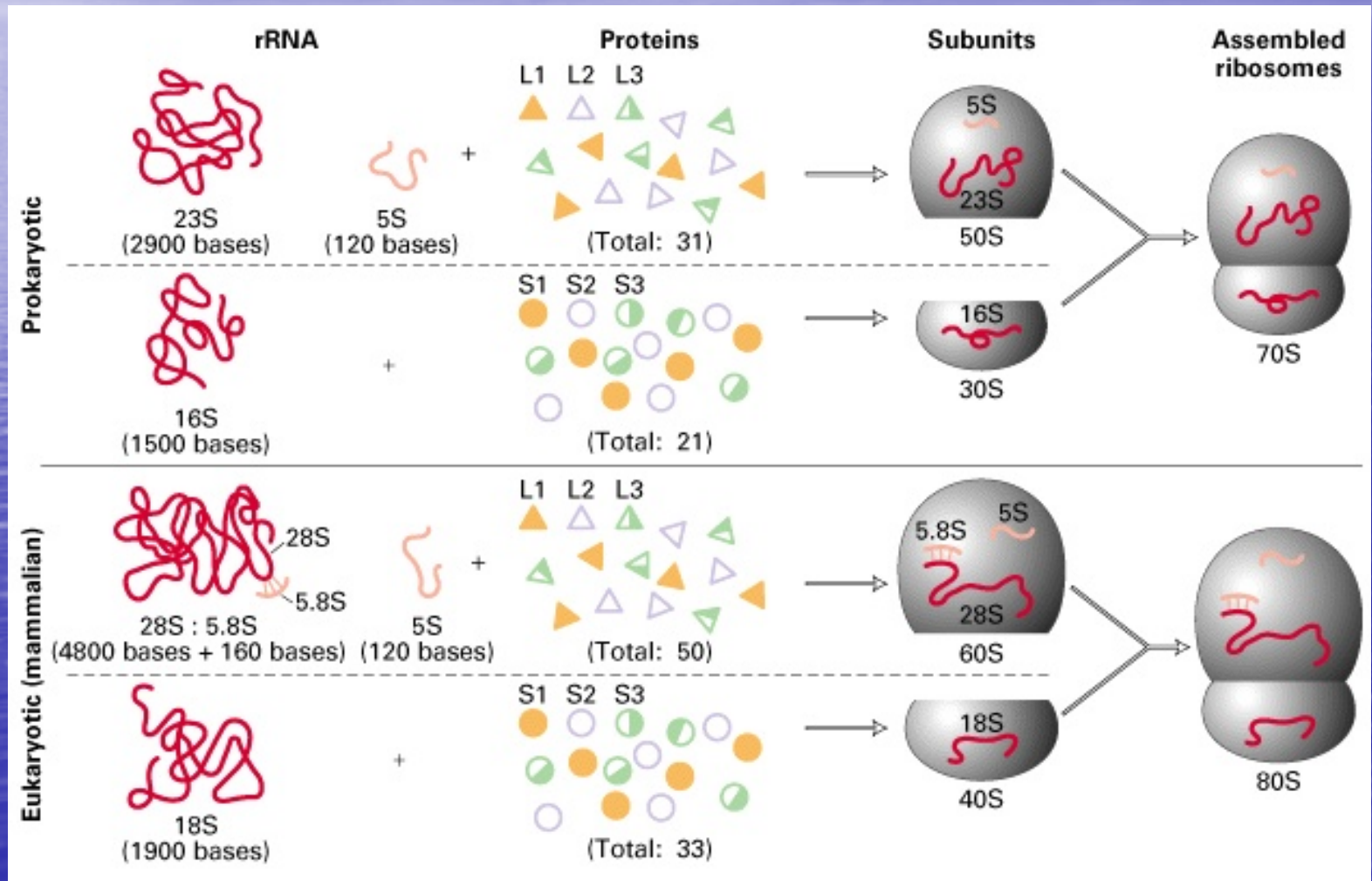
Il nucleo (III)

- Nel nucleo si trovano uno o più **Nucleoli** (non circondati da membrane)
- Il nucleolo contiene un **Organizzatore Nucleolare**, geni preposti alla sintesi degli RNA ribosomali
- Le proteine ribosomali sono sintetizzate a livello citoplasmatico, vengono trasportate nel nucleolo, assemblate in **subunità ribosomali** che escono dai pori nucleari

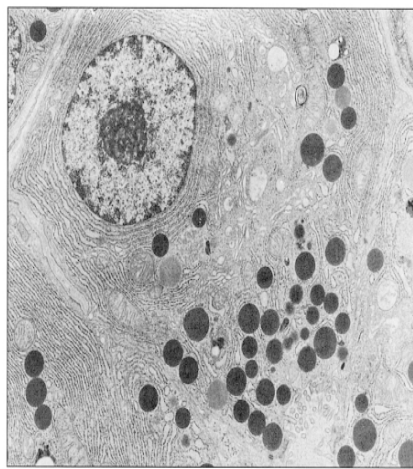
I ribosomi sono deputati alla sintesi proteica

- Sono costituiti da **RNA** e **Proteine**
- Quelli eucariotici (80S) sono fatti da 3 rRNA + 75 Proteine – S = Coefficiente di sedimentazione (espresso in Svedberg o Unità S)
- Sono costituiti da **due subunità**
- Sono liberi nel citosol o associati alle membrane (RE rugoso)
- Hanno gli enzimi per formare il **legame peptidico**

La struttura dei ribosomi nei procarioti e negli eucarioti

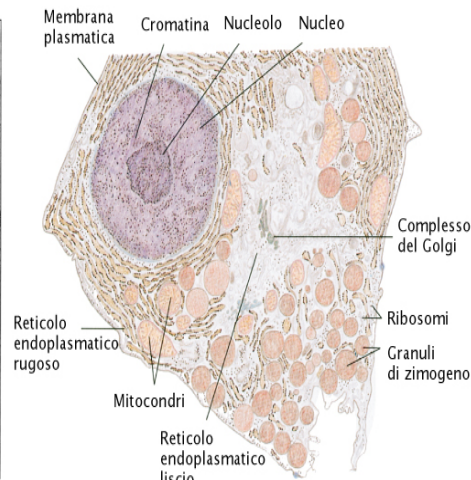


Il Reticolo Endoplasmatico (I)



(a)

5 μ m



(b)

■ **Figura 4-11 Immagine MET di una cellula pancreatica confrontata con un disegno interpretativo.** È presente la maggior parte delle strutture tipiche delle cellule animali. Tuttavia, come molte altre cellule, anche questa possiede strutture associate a funzioni specifiche. Le cellule pancreatiche, come quella mostrata qui, secernono una gran quantità di enzimi digestivi. I corpi grandi e scuri dell'immagine MET in (a) e le corrispondenti regioni colorate in (b) sono granuli di zimogeno che contengono enzimi inattivi. Quando vengono secreti dalla cellula, catalizzano reazioni chimiche come la rottura dei legami peptidici delle proteine ingerite a livello dell'intestino. La maggior parte delle membrane visibili in questa sezione è parte del reticolo endoplasmatico rugoso, un organulo specializzato nella sintesi delle proteine, (a, Dr. Susumu Ito, Harvard Medical School)

- **E' il labirinto di membrane interne che circondano il nucleo formando sacche appiattite che originano, nel citoplasma, compartimenti connessi tra di loro**

Il Reticolo Endoplasmatico (II)

- Le due membrane del R.E. delimitano uno spazio (**LUME**) che è in comunicazione con lo spazio delimitato dalle membrane nucleari interna ed esterna.
- Sulle membrane del R.E. si trovano sistemi enzimatici che intervengono in reazioni "a catena"
- Gli enzimi delle due superfici della membrana sono diversi
- Altri enzimi sono localizzati nel lume

Il Reticolo Endoplasmatico (III)

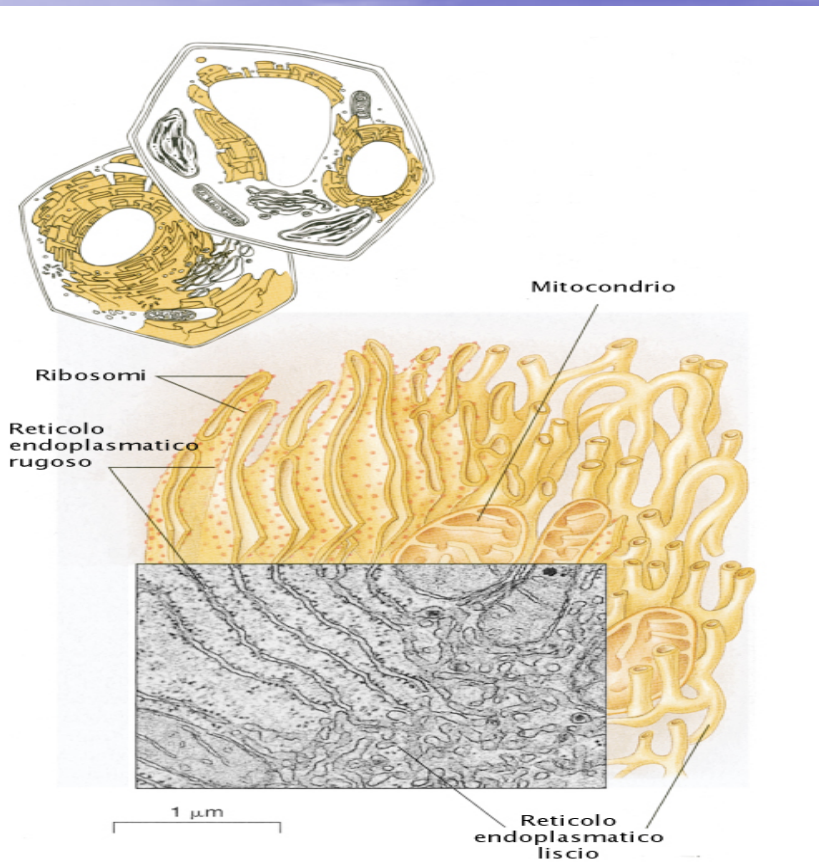


Figura 4-13 Reticolo endoplasmatico (RE). Immagine MET che mostra il reticolo endoplasmatico liscio e rugoso di una cellula epatica (R. Bolender e D.W. Fawcett/Visuals Unlimited).

- Si distinguono **R.E. LISCIO** e **R.E. RUGOSO** con funzioni diverse, ma fisicamente interconnessi
- Nella faccia citosolica del R.E. rugoso si trovano **i ribosomi**, che mancano nella faccia luminale

Complesso o apparato del Golgi (I)

- Scoperto da Camillo Golgi nel 1898
- E' costituito da pile di sacche membranose (**Cisterne**) che presentano un **Lume** interno
- Ogni complesso ha:
 1. una superficie **CIS**, vicino al nucleo che riceve le vescicole di trasporto del RE
 2. una regione **mediale**
 3. una superficie **TRANS** vicina alla membrana plasmatica che forma delle vescicole secretorie che trasportano le molecole fuori dal Golgi

Complesso del Golgi (III)

- Processa, seleziona e modifica le proteine
- Vengono modificati i carboidrati delle glicoproteine aggiunti nel R.E.
- Nella regione trans vengono prodotte le **vescicole secretorie** che
 1. possono fondersi con la membrana plasmatica (**secrezione** delle glicoproteine)
 2. Possono **immagazzinare** le glicoproteine
 3. Possono allestire i **lisosomi** (nelle cellule animali)

I Lisosomi (I)

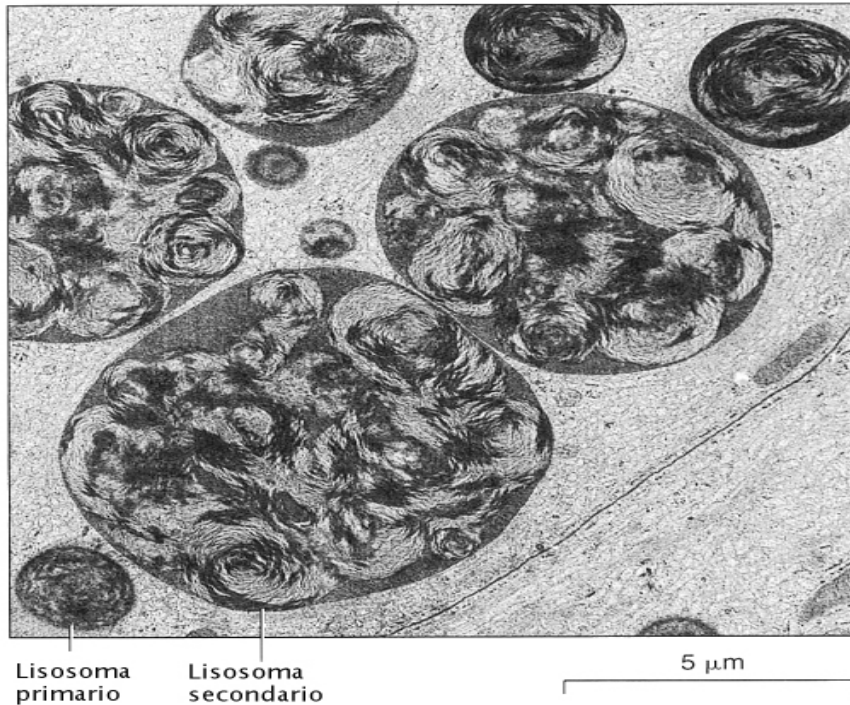


Figura 4-15 Lisosomi. I lisosomi sono le vescicole scure visibili in questa immagine MET. Questi compartimenti separano gli enzimi digestivi dal resto della cellula. I lisosomi primari gemmano dal complesso del Golgi. Dopo che il lisosoma è venuto a contatto con il materiale da digerire, viene indicato come lisosoma secondario. Le vescicole di grandi dimensioni mostrate in questa figura sono lisosomi secondari contenenti materiali d'origine diversa in fase di digestione. (Don Fawcett/Photo Reserchers, Inc.)

- I **lisosomi primari** si formano per gemmazione dal **Complesso del Golgi**
- Questi si fondono con le vescicole fatte dalla membrana plasmatica contenenti il materiale estraneo, ed originano il **lisosoma secondario**

I Lisosomi (II)

- Sacche presenti nelle **cellule animali** contenenti enzimi digestivi (≥ 40)
- Gli **enzimi lisosomiali**, sintetizzati nel R.E., sono attivi a pH5 e sono confinati all'interno della membrana lisosomiale
- Gli enzimi lisosomiali intervengono in processi degradativi normali delle cellule
- La carenza di alcuni enzimi lisosomiali porta a **malattie da accumulo lisosomiale** (es. Sindrome di Tay- Sachs , autosomica recessiva)

I perossisomi

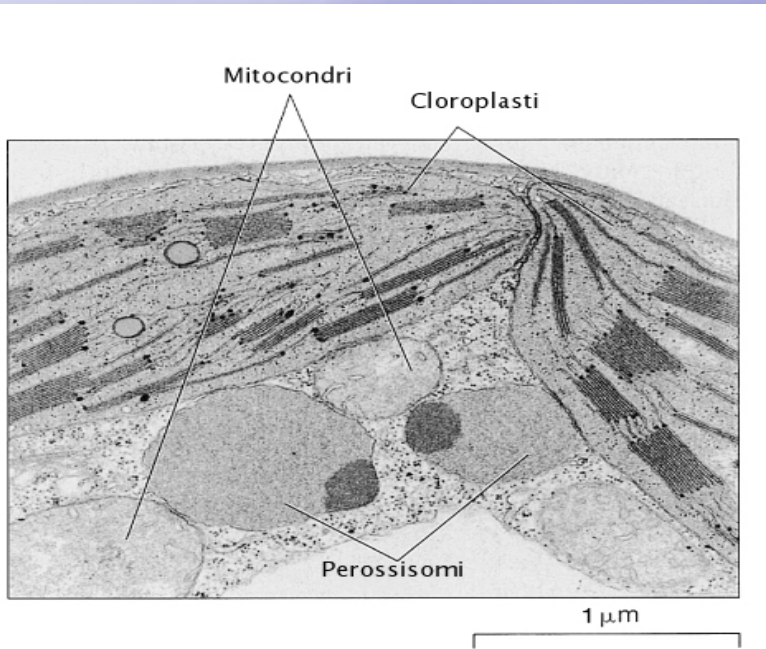
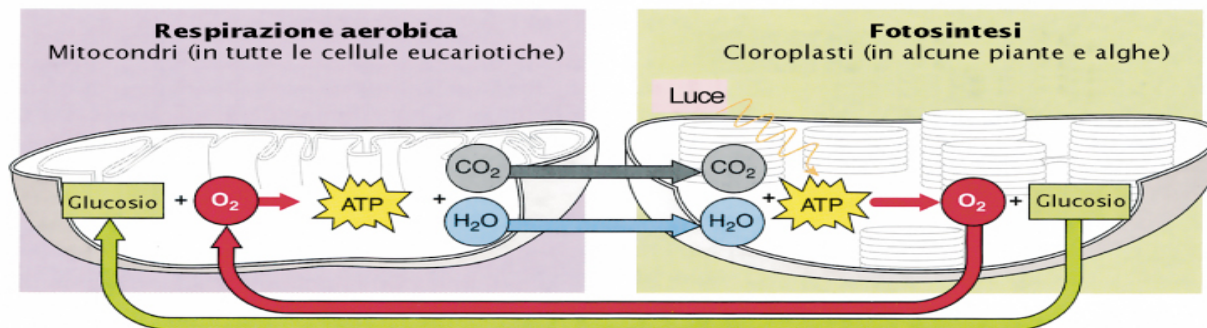


Figura 4-16 Perossisomi. In questa immagine MET di una cellula di foglia di tabacco i perossisomi sono strettamente associati ai cloroplasti e ai mitocondri. Questi organuli partecipano a diversi processi metabolici. (E.H. Newcomb e S.E. Frederick/Biological Photo Service)

- Sono organuli rivestiti da membrane che contengono la **catalasi**, enzima in grado di degradare il perossido di idrogeno
- Si trovano nelle cellule che sintetizzano, immagazzinano o degradano i lipidi
- I perossisomi delle cellule epatiche e renali hanno l'**alcol deidrogenasi** che degrada l'alcool

Mitocondri e Cloroplasti: trasduttori di energia

- L'energia chimica (degli alimenti) o luminosa (del sole) viene convertita in energia utilizzabile dalla cellula (ATP)
- Questo avviene nel citosol, nei **mitocondri** e nei **cloroplasti**, organuli che hanno DNA e si accrescono e si riproducono autonomamente



■ **Figura 4-18 Respirazione cellulare e fotosintesi.** Nella respirazione cellulare che avviene nei mitocondri di tutte le cellule eucariotiche, l'energia chimica del glucosio viene trasformata in energia chimica sotto forma di ATP. La fotosintesi, che avviene nei cloroplasti delle cellule vegetali ed algali, converte l'energia luminosa in ATP ed altre forme di energia chimica. Questa energia viene utilizzata per sintetizzare glucosio a partire da anidride carbonica e acqua.

I Mitochondri (I)

- Sono gli organuli deputati alla **respirazione cellulare aerobica** (Combustione di glucosio fino a $\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$ con produzione di ATP)
- Si trovano in tutte le cellule eucariotiche
- Sono più numerosi nelle cellule metabolicamente attive (fino a 1000 negli epatociti)
- Hanno lunghezza 2-8 μm
- Possono cambiare forma
- Si replicano per divisione

Il citoscheletro

- Determina la **forma** e la **capacità di muoversi** delle cellule
- Serve come supporto meccanico, per il trasporto dei materiali e interviene nella divisione cellulare
- E' **dinamico**
- E' costituito da:
 1. **Microtubuli** (fatti da subunità Pt. Globulari)
 2. **Microfilamenti** (fatti da subunità Pt. Globulari)
 3. **Filamenti intermedi** (fatti da subunità Pt. Fibrose)

I Microtubuli

- Diametro=25 nm
- Ruolo **strutturale** nella formazione del citoscheletro
- Ruolo nel movimento dei cromosomi lungo il **fuso mitotico** (costituito da subunità di tubulina)
- Ruolo nei **movimenti intracellulari**
- Componenti strutturali di **ciglia e flagelli**

Microtubuli: Struttura (I)

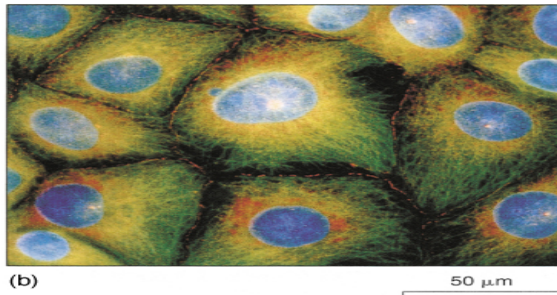
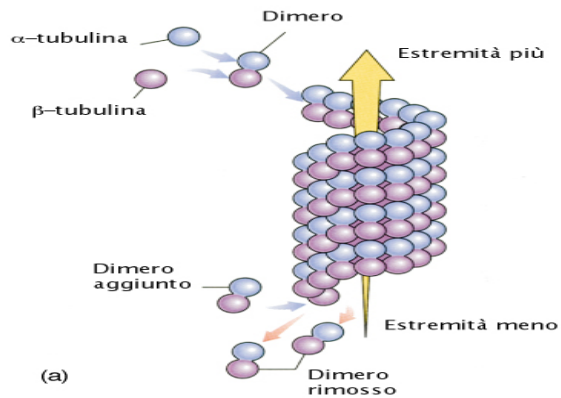


Figura 4-22 Organizzazione dei microtubuli. (a) I microtubuli vengono a formarsi all'interno della cellula per aggiunta di dimeri di α - e β -tubulina ad una estremità del cilindro cavo. È da notare che il cilindro possiede una polarità. L'estremità rappresentata nella parte alta della figura è quella a crescita maggiore o estremità più; l'estremità opposta è la meno. Per ogni giro di spirale sono necessari tredici dimeri. (b) Immagine LM a fluorescenza confocale in cui i microtubuli sono visibili colorati in verde. Il centro di organizzazione dei microtubuli (*macchia rosa*) è visibile in vicinanza o sopra buona parte dei nuclei cellulari (*blu*). (b, Nancy Kedersha)

- Sono costituiti da dimeri di **α e β tubulina**
- Si allungano dall'estremità **più** e si disassemblano dall'estremità **meno**
- Sono ancorati alla cellula grazie al **Micro Tube Organizing Center**

Microtubuli: Struttura (II)

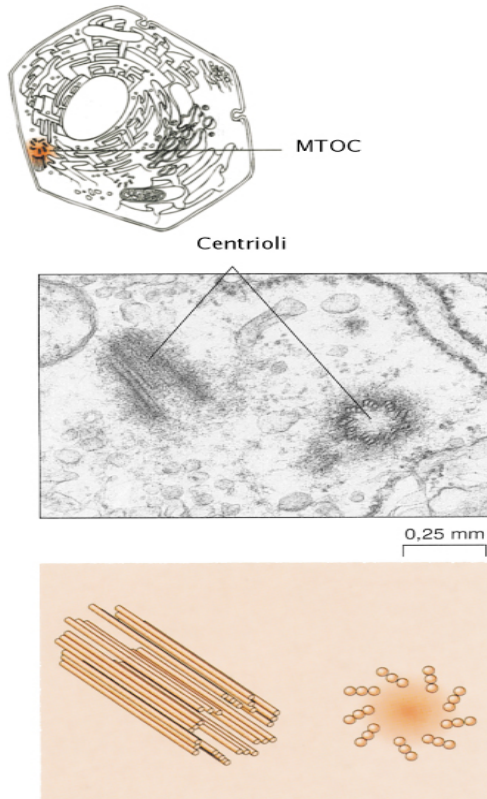


Figura 4-23 Centrioli. L'immagine MET è accompagnata da un disegno che ne permette l'interpretazione. I centrioli sono sistemati ad angolo retto, vicino al nucleo di una cellula animale che non si sta dividendo. È da notare l'arrangiamento 9×3 dei microtubuli. Il centriolo a sinistra è stato tagliato longitudinalmente e quello a destra trasversalmente. (B.F.King/Biological Photo Service).

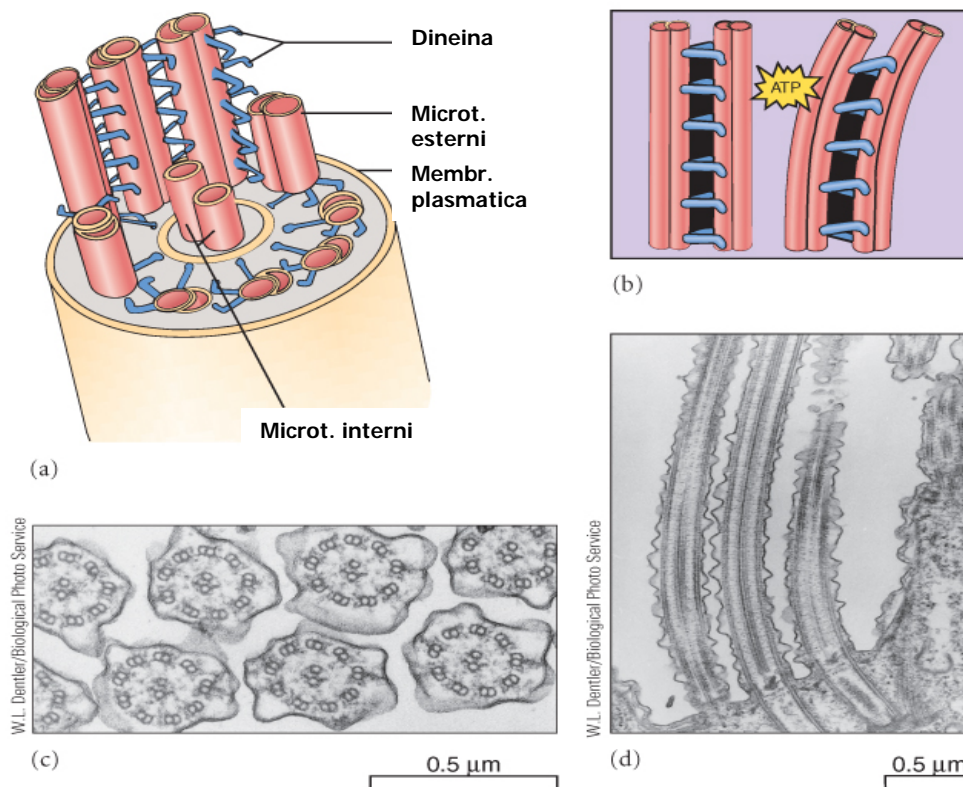
- Nelle Cellule animali il MTOC è nel **centrosoma**
- Il centrosoma contiene due **centrioli** con struttura **9x3** (9 triplette di microtubuli che formano un cilindro cavo)
- Cellule vegetali e fungine hanno MTOC ma sono prive di centrioli

Ciglia e flagelli (I)

- Servono per il **movimento** cellulare
- Lunghezza: Flagelli (200 μ) ciglia (2-10 μ)
- Frequenti negli organismi unicellulari si trovano anche in spermatozoi e cellule endoteliali (es. bronchiali)
- Hanno struttura **9+2** (9 paia di microtubuli in circonferenza + due non appaiati al centro)

FIGURA 4-24 | **Struttura delle ciglia.**

Un ciglio (o un flagello) contiene microtubuli nella disposizione 9 + 2. **(a)** Questa rappresentazione tridimensionale mostra 9 paia (doppietti) di microtubuli attaccati tra loro, sistemati in un cilindro intorno a due microtubuli non accoppiati. Le braccia di dineina, mostrate ben separate per motivi di chiarezza, sono in realtà molto più vicine fra loro lungo all'asse longitudinale. **(b)** Le braccia di dineina muovono i microtubuli formando e rompendo i legami con i microtubuli adiacenti, cosicché ciascun microtubulo "cammina" lungo il paio di microtubuli adiacenti. **(c)** Immagine TEM di una sezione trasversale delle ciglia che mostra la disposizione 9 + 2 dei microtubuli. **(d)** Immagine TEM di una sezione longitudinale di 3 ciglia del protista *Tetrahymena*, un organismo molto usato per studi genetici. Alcuni dei microtubuli interni sono ben visibili.



I microfilamenti

- Diametro = 7 nm
- Sono costituiti da due catene di molecole di **actina** intrecciate fra di loro
- Sono **supporto meccanico** per le strutture cellulari
- Di per sé non possono contrarsi, ma si possono assemblare-disassemblare
- Nelle cellule muscolari si associano alla **miosina** formando strutture contrattili coinvolte anche nella divisione delle due cellule figlie durante la telofase
- Sono coinvolti nella esocitosi

I filamenti intermedi

- Diametro = 8-10 nm
- Sono costituiti da **fibre polipeptidiche** resistenti, di dimensione e composizione variabile
- **Fortificano** il citoscheletro e stabilizzano la forma della cellula
- Tramite Pt. Sono connessi agli altri filamenti
- Formano la **lamina nucleare**, sotto l' involucre nucleare e regolano la disorganizzazione-riorganizzazione del nucleo durante la divisione cellulare

Il glicocalice

- Circonda le cellule eucariotiche
- E' fatto dalle catene **polisaccaridiche** dei lipidi e delle Pt di membrana
- Ha funzione nel **riconoscimento** cellulare, nelle **interazioni** fra le cellule, nella **resistenza meccanica** di alcuni tessuti

La matrice extracellulare (MEC)

- E' costituita da Pt. Fibrose (**collagene**) e glicopt. (**fibronectine**)
- La membrana ha recettori per la MEC, le **integrine**, che attivano segnali cellulari e sono coinvolte nel movimento cellulare e nell'organizzazione del citoscheletro
- Le cellule tumorali invasive perdono la capacità di legarsi alla MEC