

GOLGI

**RETICOLO
ENDOPLASMTICO**

LISOSOMI

Le membrane del **GERL**

CELLULA EUCARIOTE: MEMBRANE DEL GERL

INDICE

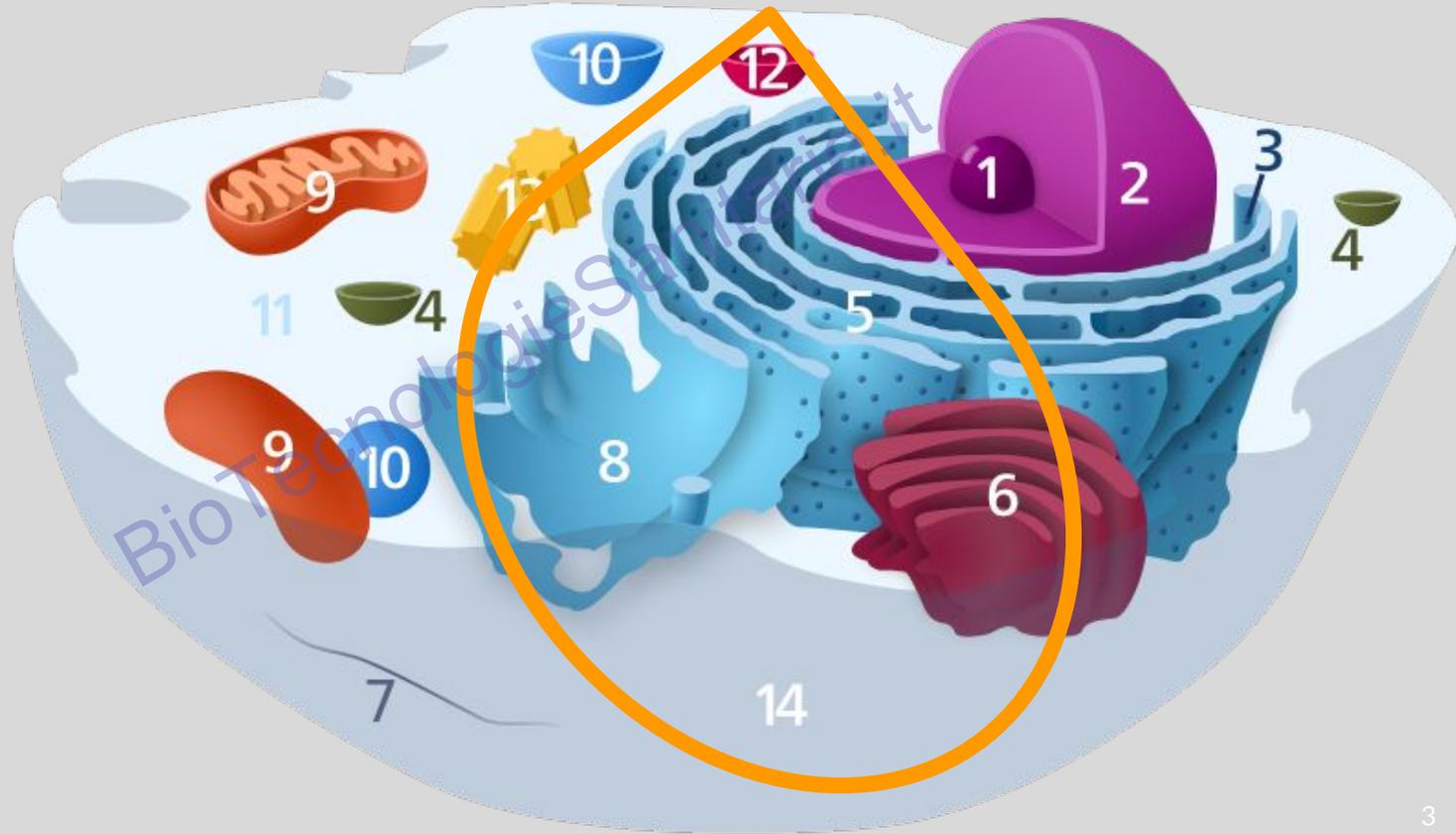
In copertina

Apparato del Golgi 3D

By BruceBlaus. When using this image in external sources it can be cited as: Blausen.com staff (2014). "Medical gallery of Blausen Medical 2014". WikiJournal of Medicine 1 (2). DOI:10.15347/wjm/2014.010. ISSN 2002-4436. (Own work) [CC BY 3.0 (<http://creativecommons.org/licenses/by/3.0/>)], via Wikimedia Commons

1. [Introduzione](#)
2. [Reticolo endoplasmatico](#)
3. [Apparato del Golgi](#)
4. [Lisosomi](#)
5. [Photo credits](#)

INTRODUZIONE



INTRODUZIONE

Questa presentazione è dedicata in maniera particolare ad una serie di organelli accomunati da membrane simili per struttura e funzioni svolte (**membrane del GERL**):

- ❖ Apparato del Golgi
- ❖ Reticolo endoplasmatico liscio e rugoso
- ❖ Lisosomi

Non vengono comprese tra le membrane del GERL quelle mitocondriali.

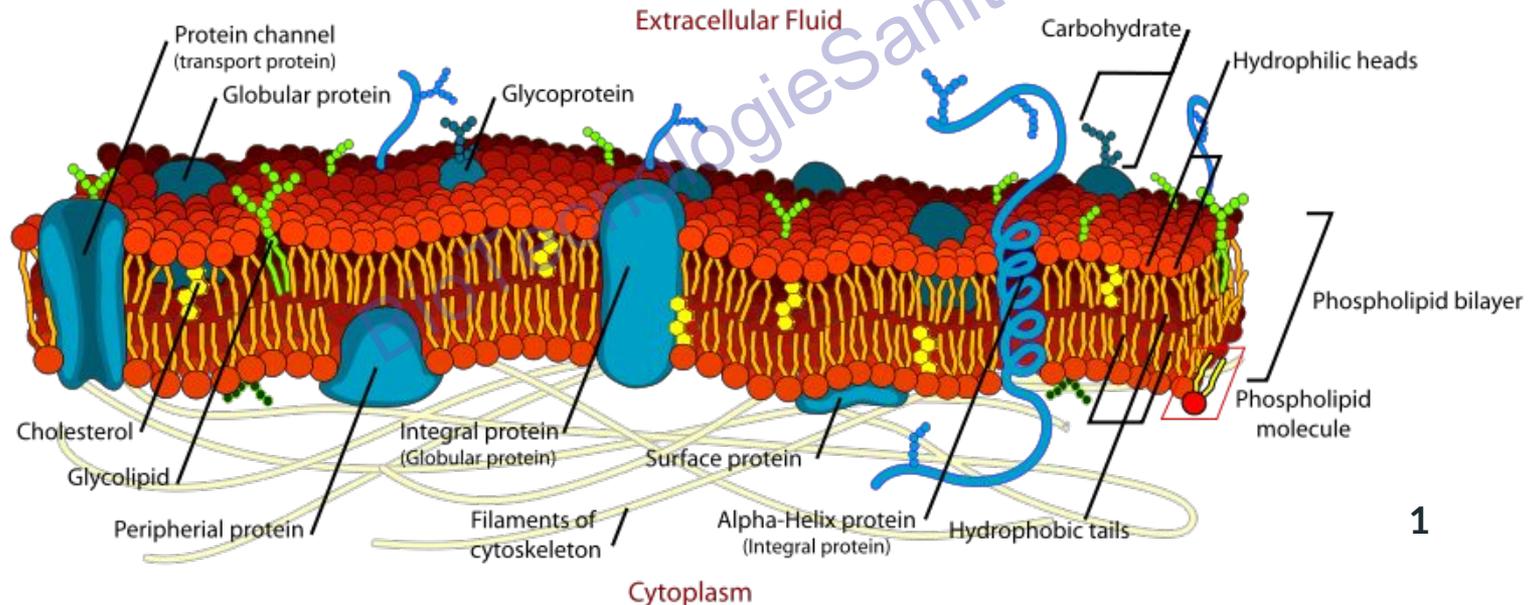
INTRODUZIONE

Le membrane che delimitano questi organelli sono simili per origine e alcune funzioni alla membrana plasmatica ma presentano anche delle differenze.

Infatti la membrana plasmatica svolge alcune funzioni peculiari che non sono condivise con le membrane del GERL. Ripercorriamo velocemente la struttura della membrana plasmatica. Argomento già affrontato ne “La cellula procariote” dove sono state evidenziate le differenze con la cellula eucariote.

INTRODUZIONE

Il disegno evidenzia le molecole che costruiscono la membrana plasmatica: **fosfolipidi** in doppio strato, **proteine intrinseche** (o integrali immerse nel doppio strato lipidico), **proteine estrinseche** (o periferiche legate in modo non covalente alle teste polari in posizione superficiale) e le proteine localizzate come le precedenti ma **legate covalentemente alle teste polari**, il **colesterolo**, **glicoproteine** e **glicolipidi** (lipidi e proteine possono essere glicosilati all'esterno della membrana). I componenti lipidici sono in costante movimento, le proteine possono spostarsi lateralmente tranne quelle ancorate al citoscheletro.



INTRODUZIONE

Riportate alla memoria le molecole strutturali, prendendo spunto dalla membrana plasmatica, va subito detto che le funzioni delle singole molecole sono ben distinte.

- **Lipidi:** formano la barriera idrofobica tra due compartimenti acquosi
- **Proteine:** trasportano specifiche molecole, possono funzionare da riconoscimento e comunicazione, convertono energia
- **Carboidrati:** hanno funzioni di riconoscimento e comunicazione

INTRODUZIONE

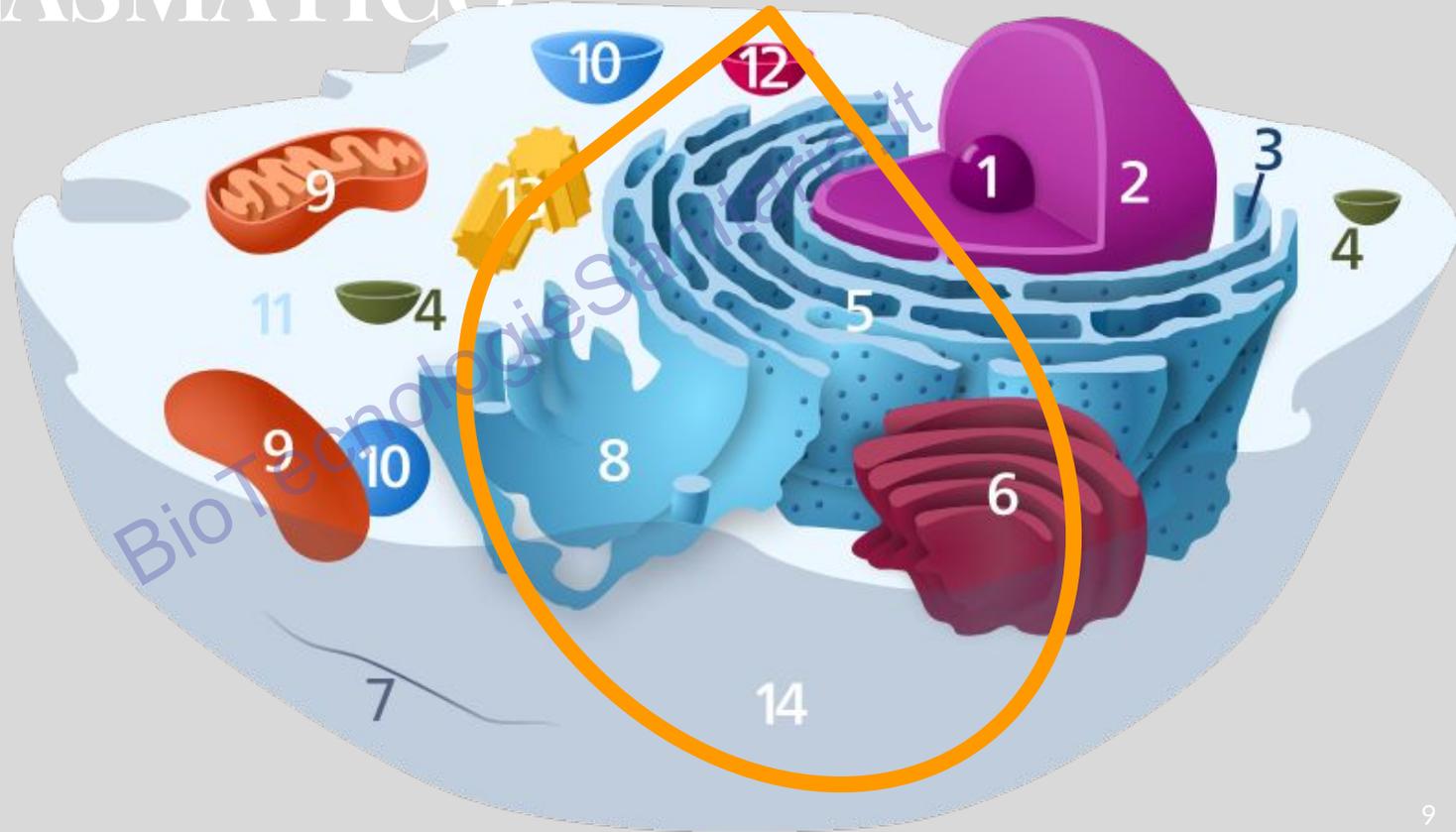
Da questo elenco si deduce che le funzioni specifiche delle singole membrane cellulari dipendono dalle **proteine** presenti.

Mentre la struttura e la funzione di base di tutte le membrane cellulari dipendono dai **lipidi**.

Per esempio i fosfolipidi sono presenti in maggiore quantità nelle membrane del reticolo endoplasmatico, un po' di meno nell'apparato del Golgi e ancora meno nella membrana plasmatica.

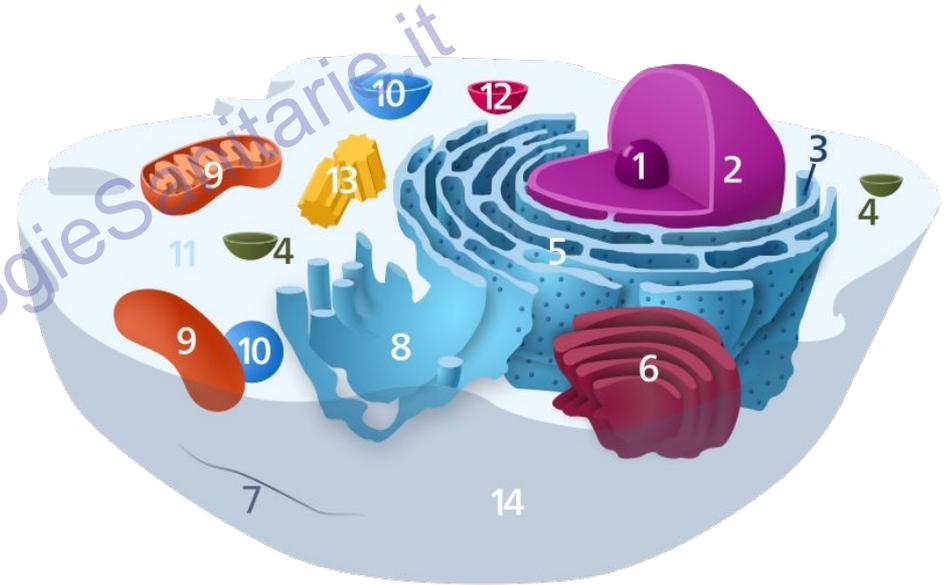
Analizzando le singole strutture cellulari saranno più evidenti le funzioni specifiche.

RETICOLO ENDOPLASMATICO



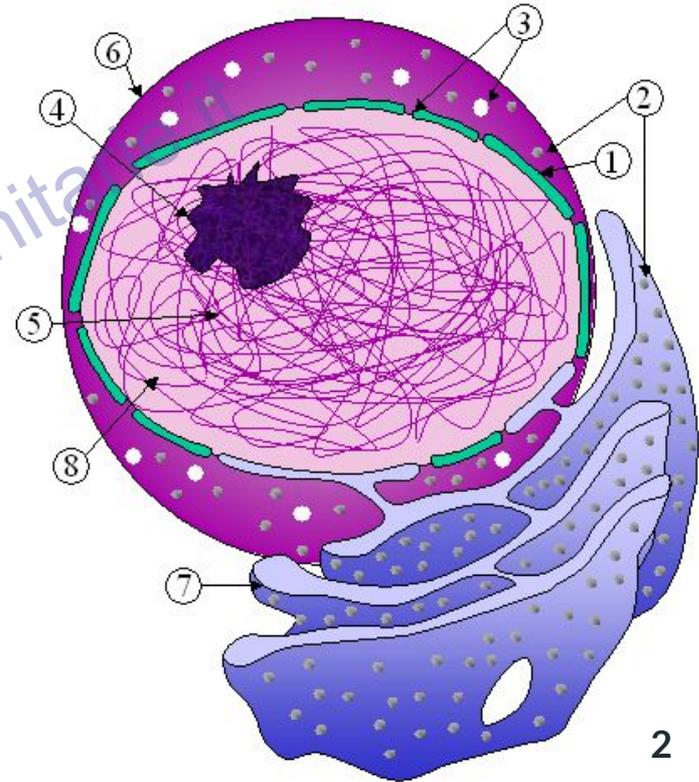
RETICOLO ENDOPLASMATICO

Il **reticolo endoplasmatico** (nella figura individuabile con i numeri 5 e 8) è un organello formato da strutture membranose interconnesse, a forma di sacchi appiattiti o di tubuli, note come **cisterne**.



RETICOLO ENDOPLASMATICO

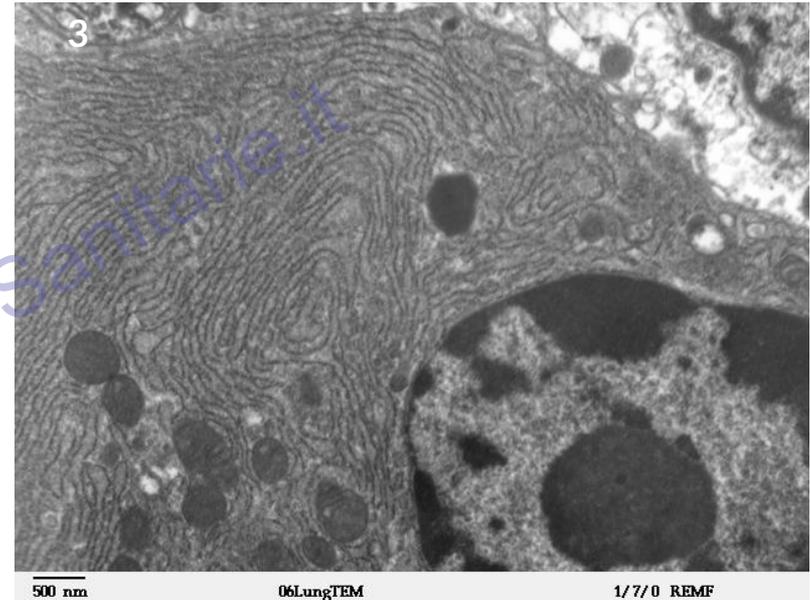
Le membrane del reticolo endoplasmatico sono interconnesse anche con la parte esterna della membrana nucleare come si può vedere bene nel disegno. Il reticolo endoplasmatico manca nei globuli rossi e negli spermatozoi.



RETICOLO ENDOPLASMATICO

Il reticolo endoplasmatico viene suddiviso a seconda della presenza o meno di ribosomi attaccati alla sua superficie esterna in

- **rugoso (RER)**
- **liscio (REL)**

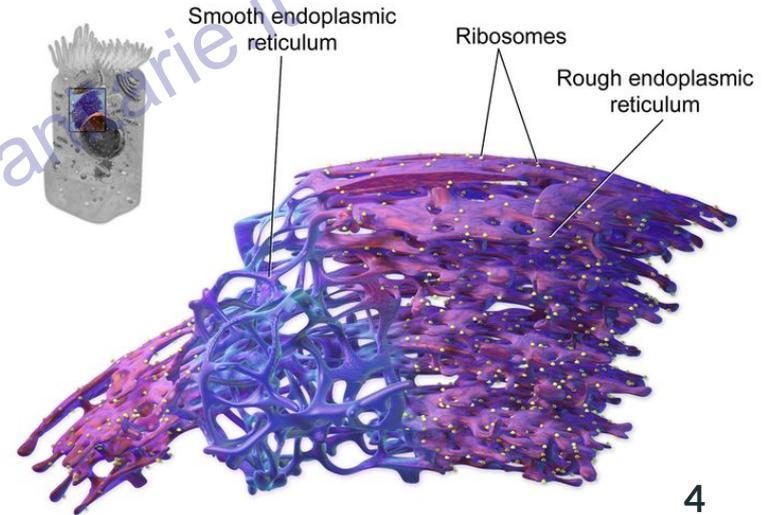


RER intorno al nucleo di una cellula in cui è visibile anche il nucleolo. Le aree scure nel RER sono mitocondri

RETICOLO ENDOPLASMATICO

Prevalentemente il RER è adibito alla sintesi ed esportazione di proteine mentre il REL si occupa della sintesi dei lipidi.

La quantità di REL e RER può variare nella stessa cellula e tra cellule diverse. Per esempio gli epatociti sono ricchi di RER e le cellule delle gonadi di REL.



Endoplasmic Reticulum

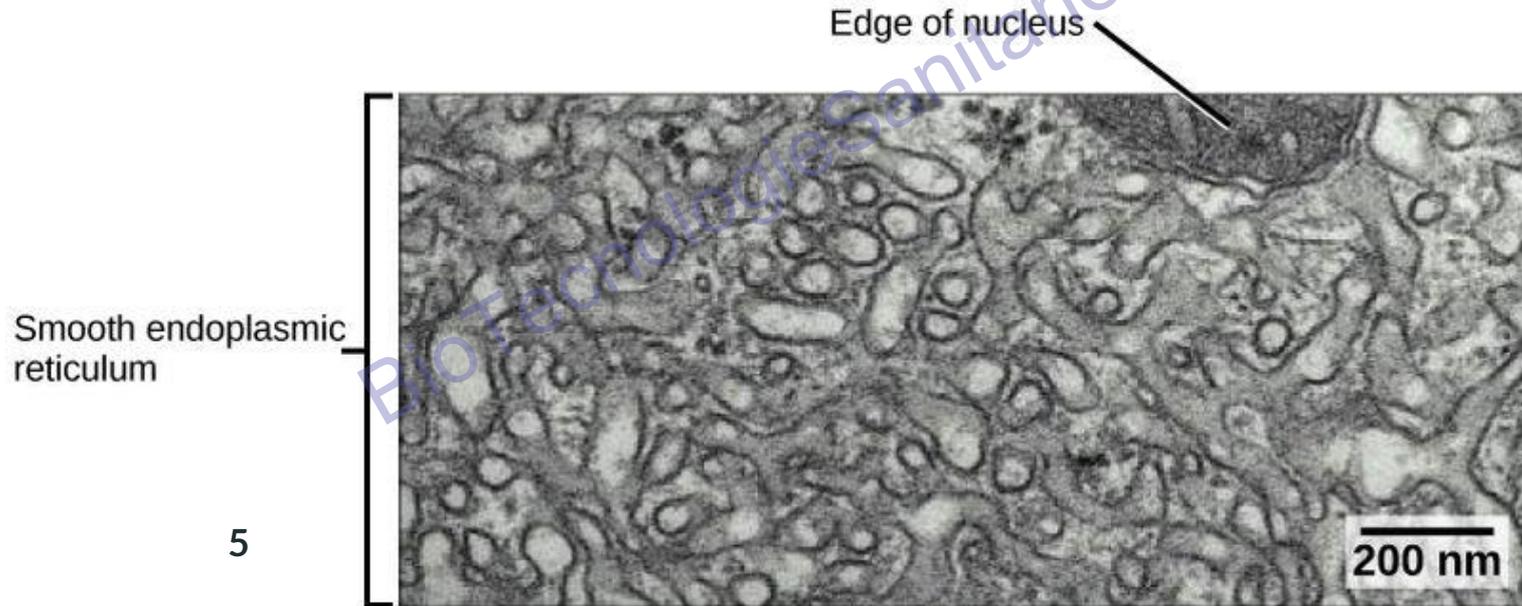
RETICOLO ENDOPLASMATICO

Le funzioni del reticolo endoplasmatico rugoso - RER sono:

- ★ sintesi degli enzimi lisosomiali
- ★ sintesi di proteine da esportare
- ★ sintesi delle proteine integrali di membrana
- ★ sintesi all'interno della struttura di carboidrati che possono unirsi alle proteine neoformate dando inizio al processo di glicosilazione (formazione di glicoproteine)

RETICOLO ENDOPLASMATICO

Il **reticolo endoplasmatico liscio (REL)**, senza ribosomi, è per lo più un insieme di tubuli strettamente interconnessi tra di loro. La struttura è ben visibile nella foto scattata al microscopio elettronico.



RETICOLO ENDOPLASMATICO

Le funzioni del REL sono molto diverse dal RER:

- ★ è coinvolto nella sintesi dei lipidi tra cui colesterolo e ormoni steroidei
- ★ ha un ruolo specifico nel metabolismo dei carboidrati
- ★ offre la sua superficie all'adesione di molti enzimi tra cui il sistema del citocromo P450 che è collegato ai processi di detossificazione (di alcol, farmaci...) che avvengono in particolare nel fegato
- ★ è coinvolto nel ripiegamento delle proteine neoformate e nel loro trasferimento nell'apparato del Golgi

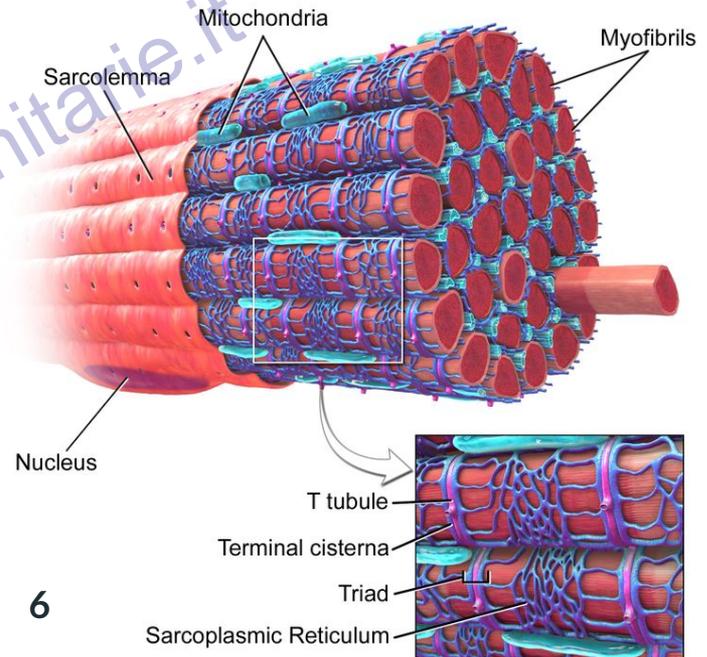
RETICOLO ENDOPLASMATICO

Vale la pena ricordare come è fatto il REL nelle fibre muscolari scheletriche.

In queste cellule prende il nome di reticolo sarcoplasmatico ed è altamente specializzato anche dal punto di vista strutturale come si può notare nel disegno.

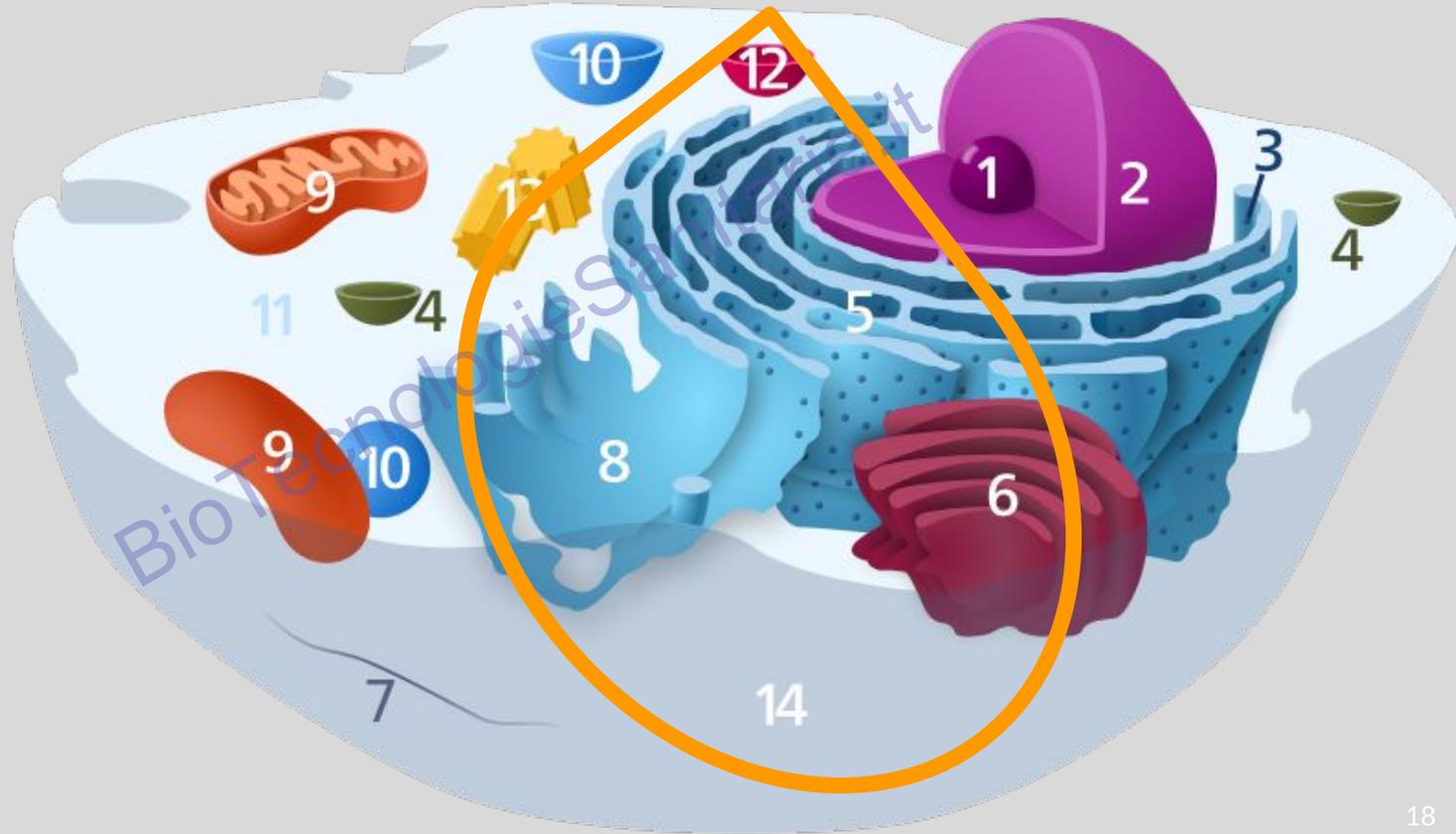
Il suo compito è immagazzinare gli ioni calcio che vengono rilasciati nel citosol nel momento in cui viene attivata la placca neuromotrice dall'arrivo dell'impulso nervoso attraverso un nervo efferente. La liberazione degli ioni calcio è il segnale per l'inizio della contrazione muscolare.

Skeletal Muscle Fiber



6

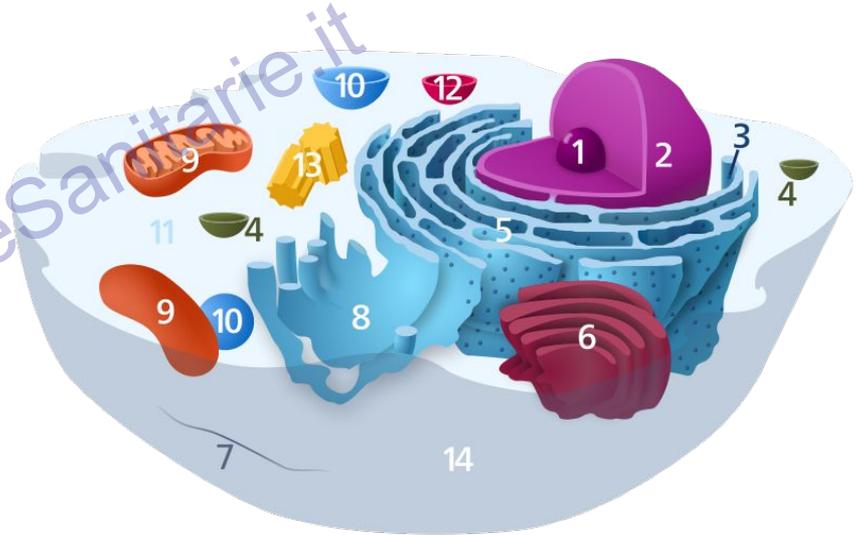
APPARATO DEL GOLGI



APPARATO DEL GOLGI

L'**apparato del Golgi** è un organello presente nella maggior parte delle cellule eucariote in posizione paranucleare (da uno a più di uno). Fu scoperto dall'italiano **Camillo Golgi** nel 1896 mentre stava esplorando al microscopio ottico cellule del sistema nervoso del gatto e chiamato da lui apparato reticolare interno.

L'origine del nome deriva in parte dalle tecniche di colorazione allora usate: il trattamento con sali d'argento. Al microscopio compariva un'area della zona del reticolo endoplasmatico in cui i sali d'argento apparivano più concentrati. Fu solo l'utilizzo del microscopio elettronico che evidenziò la struttura in quanto le cisterne dell'apparato sono al di fuori del potere di risoluzione del microscopio ottico.



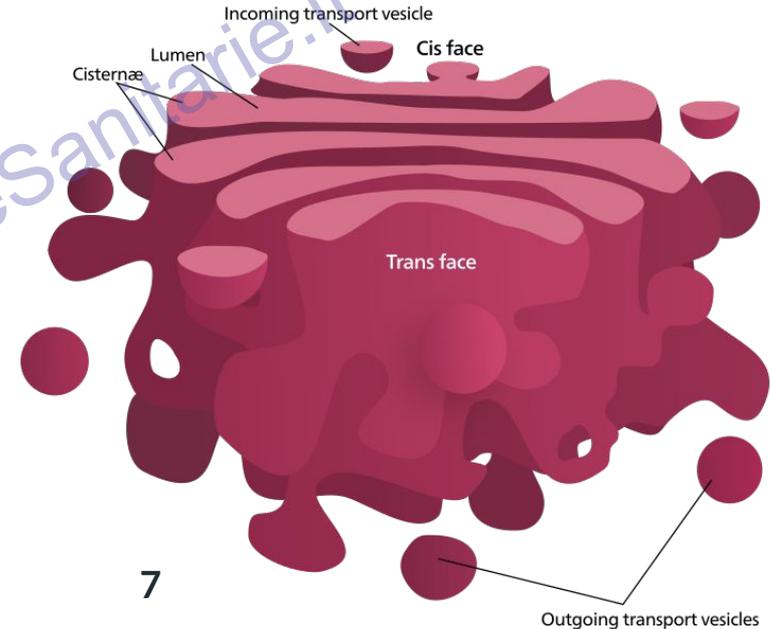
L'apparato del Golgi è contraddistinto dal numero 6 nel disegno

APPARATO DEL GOLGI

L'apparato del Golgi è formato da tre tipi di strutture:

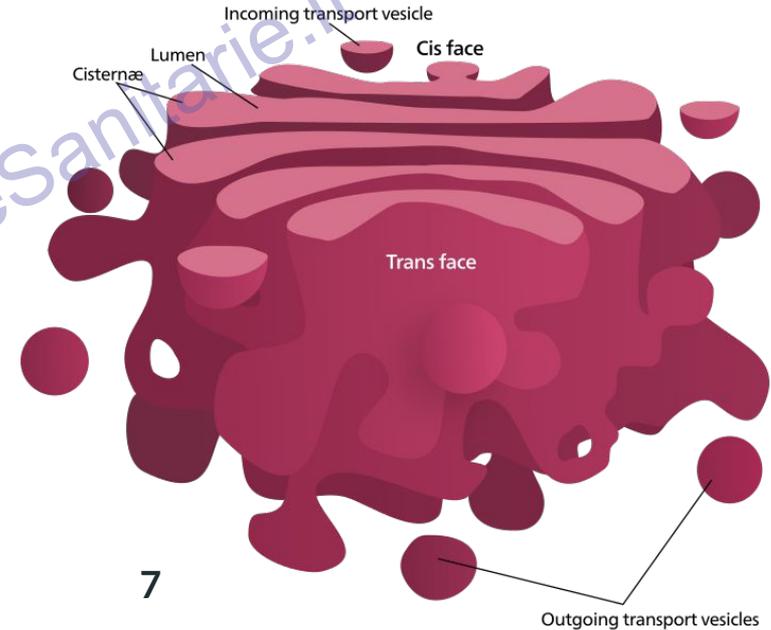
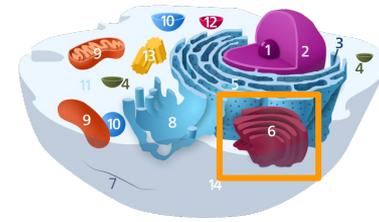
- ★ vescicole transfer
- ★ cisterne
- ★ vacuoli di condensazione

La localizzazione e la struttura dipendono dalle connessioni con il citoscheletro che avvengono grazie a microtubuli.



APPARATO DEL GOLGI

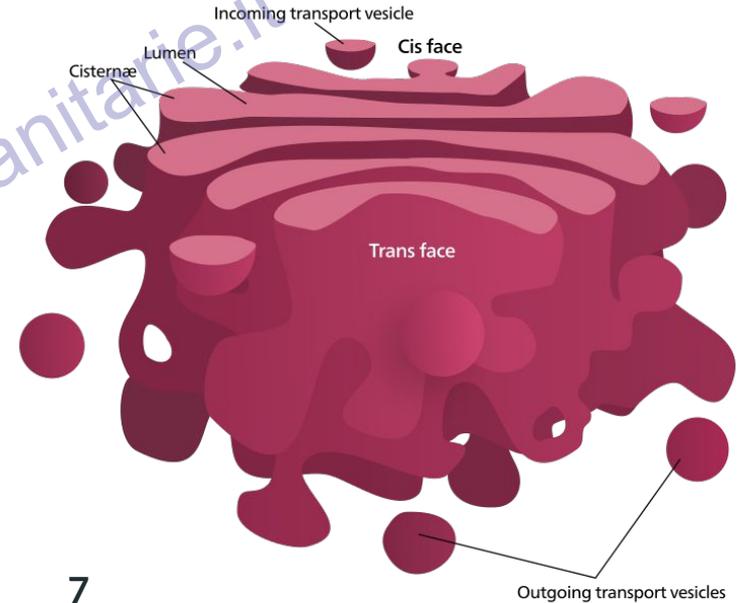
Vescicole transfer: sono vescicole che trasferiscono biomolecole destinate ad essere elaborate dalle altre strutture dell'apparato del Golgi. Diametro: 80 - 100 nm



APPARATO DEL GOLGI

Cisterne: nelle cellule umane variano da 4 a 7. Sono impilate e ognuna presenta due facce:

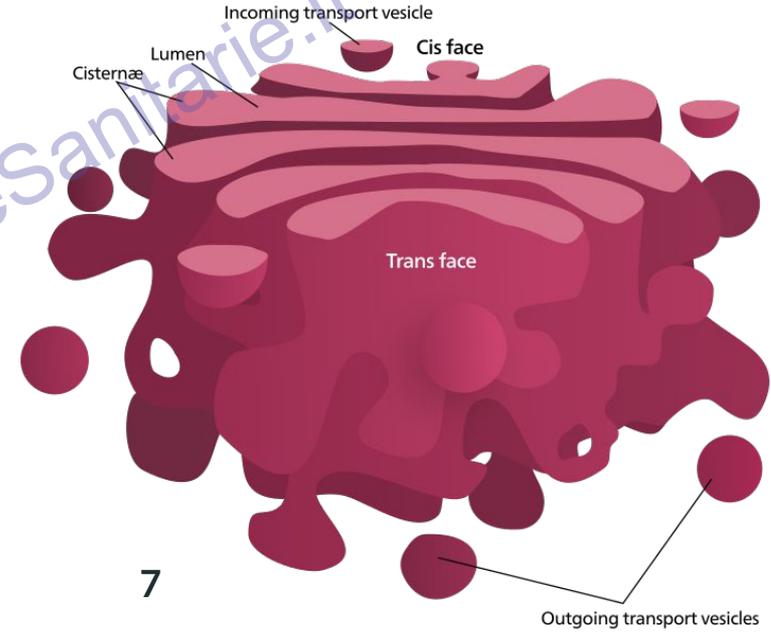
- una rivolta verso il nucleo, concava, detta anche immatura o faccia cis
- l'altra rivolta verso la membrana cellulare, convessa, detta matura o faccia trans



Il disegno, chiaro per molti aspetti, non rispetta del tutto questa parte di descrizione

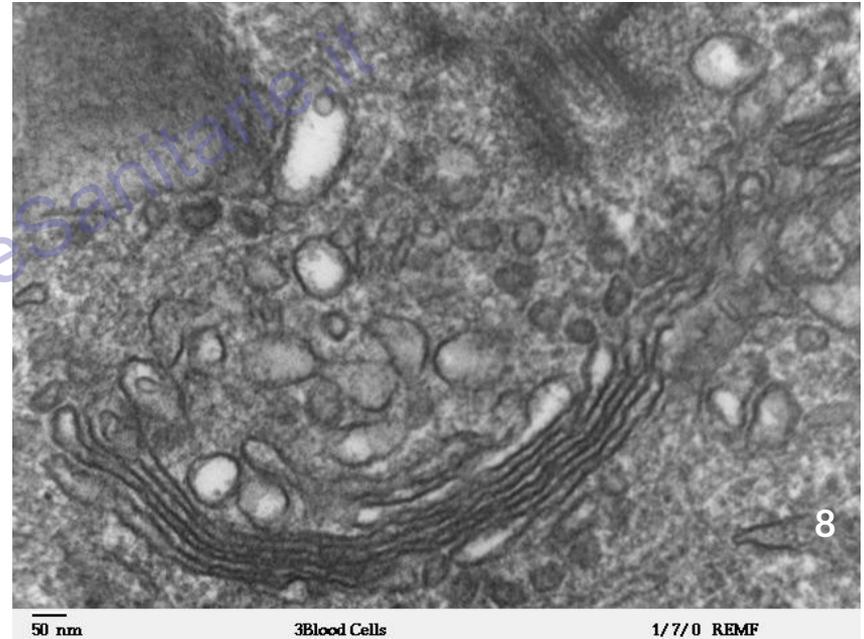
APPARATO DEL GOLGI

Vacuoli di condensazione: vescicole che si staccano dalla faccia trans delle cisterne (mentre alla faccia cis arrivano le vescicole transfer). Tali vescicole sono destinate a fondersi in macrovescicole e a dirigersi verso la membrana cellulare o verso gli endosomi.



APPARATO DEL GOLGI

L'apparato del Golgi, qui ben visibile in una foto scattata al microscopio elettronico di un leucocita, svolge **funzioni** ben precise all'interno della cellula. **Rielabora, seleziona e trasporta le biomolecole** prodotte dalla cellula. Queste funzioni avvengono nelle cisterne che hanno quindi una specializzazione strutturale (per esempio lo spessore delle membrane che aumenta dalla faccia cis alla faccia trans) ma anche bagagli enzimatici diversi a seconda delle reazioni che vi avvengono. Si possono distinguere, all'interno delle cisterne, tre aree: cis, mediana e trans.

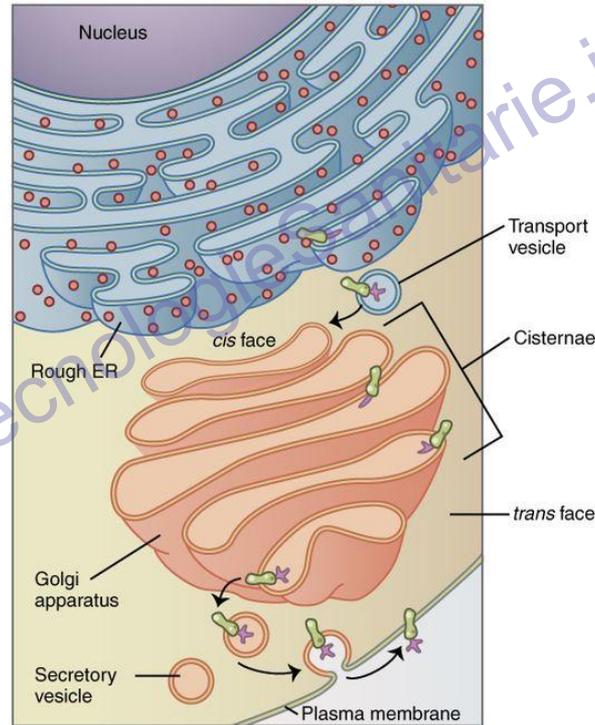


APPARATO DEL GOLGI

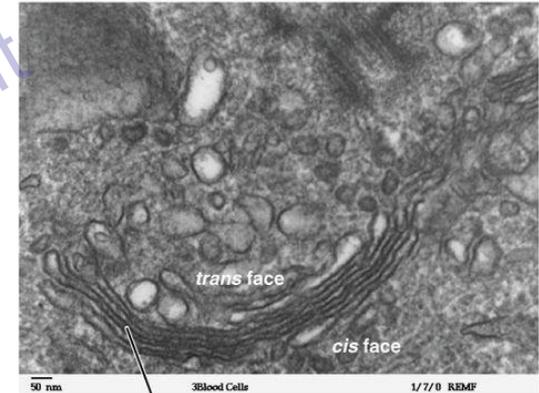
Il disegno indica le relazioni che ci sono tra reticolo endoplasmatico rugoso ed apparato del Golgi.

Le vescicole transfer in arrivo portano biomolecole. Una delle funzioni svolte dall'apparato del Golgi è la glicosilazione cioè l'aggiunta di gruppi glucidici a proteine o lipidi. I lipidi in genere arrivano dal reticolo endoplasmatico liscio.

Le glicoproteine così prodotte possono essere destinate a fuoriuscire dalla cellula oppure a formare nuove membrane.



(a)



Golgi apparatus

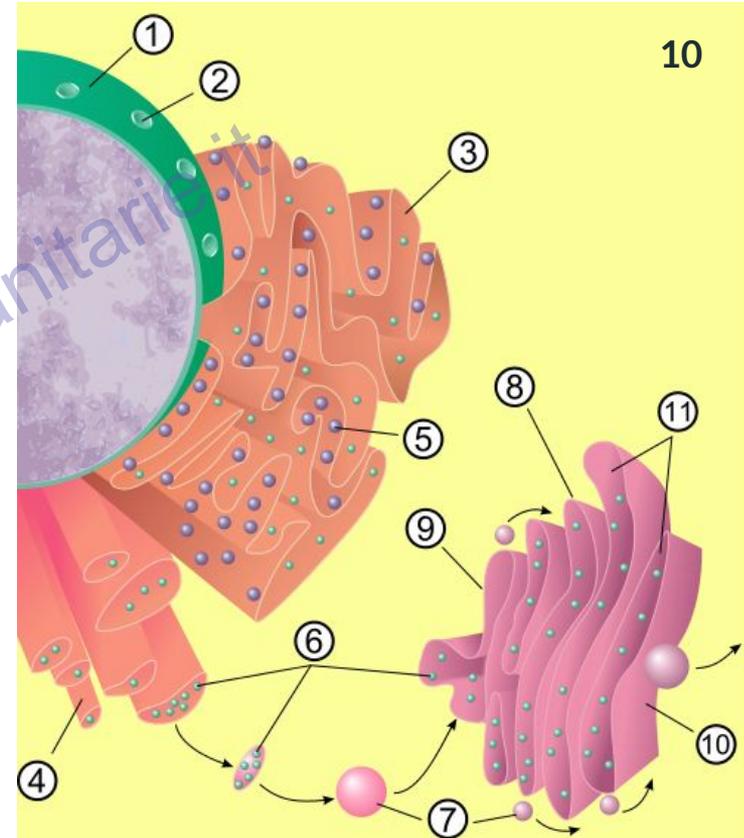
(b)

APPARATO DEL GOLGI

Ecco un ulteriore schema che evidenzia quanto già detto.

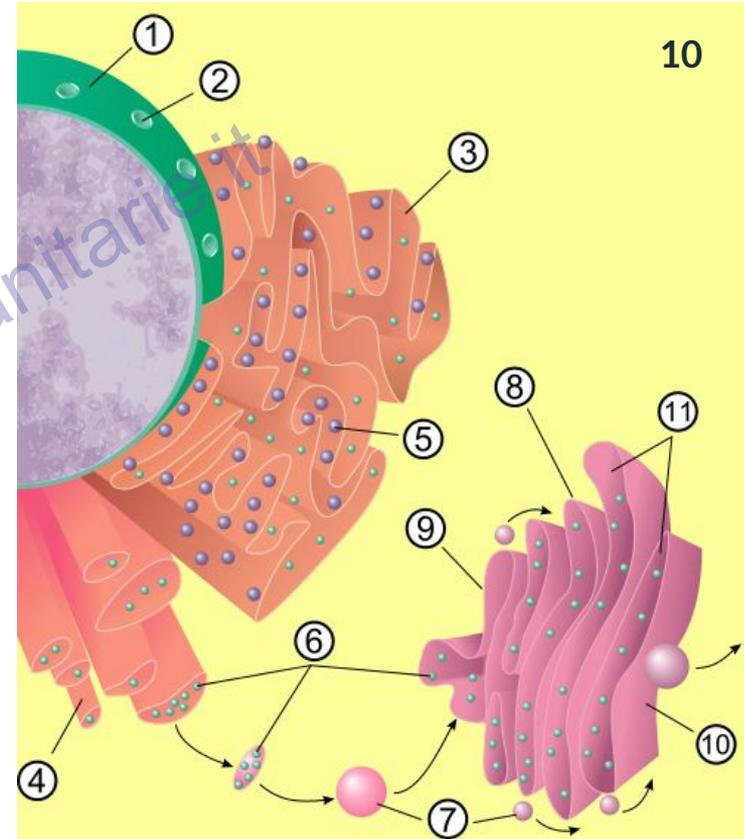
1. Membrana nucleare
2. Pori della membrana nucleare
3. RER
4. REL
5. Ribosomi
6. Biomolecole
7. Vescicole transfer
8. Apparato del Golgi
9. Faccia cis
10. Faccia trans
11. Cisterne

Inoltre si può notare un vacuolo di condensazione che si sta staccando dalla faccia trans



APPARATO DEL GOLGI

Altra funzione importante di questo apparato è il ruolo nella formazione dei lisosomi i cui enzimi (idrolasi) sono indirizzati a farne parte con una reazione di fosforilazione (aggiunta di un gruppo fosfato).



APPARATO DEL GOLGI

Cerchiamo adesso di ricapitolare quanto abbiamo visto.

Attraverso le vescicole transfer le biomolecole raggiungono la faccia cis delle cisterne. Se provengono dal RER trasportano prevalentemente proteine; se arrivano dal REL essenzialmente lipidi.

La membrana delle vescicole si fonde con la membrana delle cisterne e il loro contenuto si ritrova automaticamente all'interno del lumen delle cisterne.

In questa sede le biomolecole vengono modificate, raggruppate e, a seconda della "marcatura" (per esempio glicosilazione o fosforilazione) che hanno ricevuto, indirizzate verso la destinazione finale.

La prima tappa avviene nella faccia trans da cui si staccano diversi tipi di vescicole.

APPARATO DEL GOLGI

Vediamo quanti e quali tipi di vescicole di condensazione si formano.

Vescicole esocitotiche: sono destinate a raggiungere la membrana cellulare per rilasciare nell'ambiente esterno il loro contenuto (esocitosi costitutiva); è il caso degli anticorpi, proteine prodotte in grande quantità dalle plasmacellule durante un'infezione provocata ad esempio da un batterio (ecco perché le plasmacellule abbondano di apparati del Golgi)

Vescicole secretorie: gemmano come le precedenti dalle cisterne ma non sono destinate a riversare subito il loro contenuto all'esterno della cellula. Devono aspettare un apposito segnale. È questo il meccanismo per il rilascio del neurotrasmettitore nelle sinapsi (secrezione regolata).

Vescicole lisosomiali: hanno il compito di contenere gli enzimi destinati ai lisosomi tra cui molte idrolasi acide. Per questo ruolo tali enzimi hanno bisogno di una "marcatura" particolare, cioè una glicosilazione molto specifica.

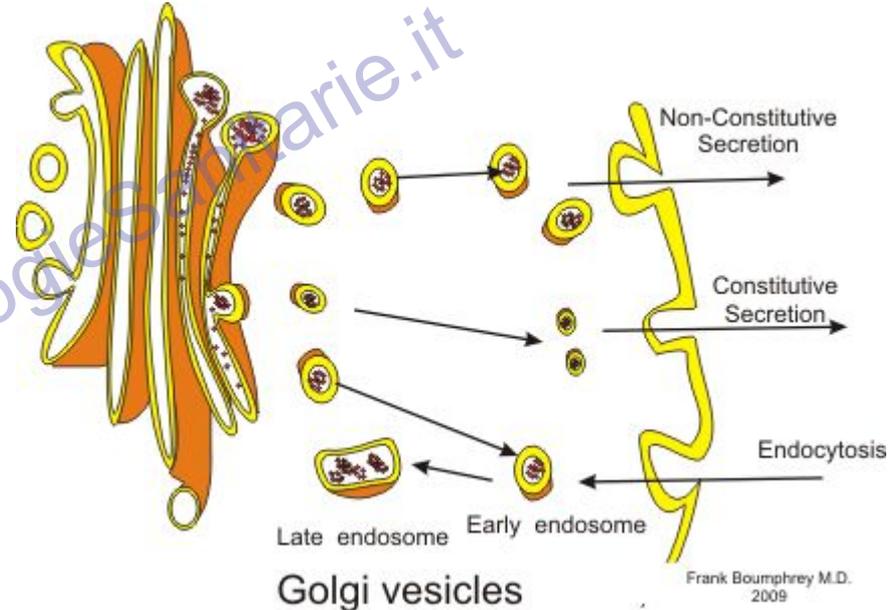
APPARATO DEL GOLGI

11

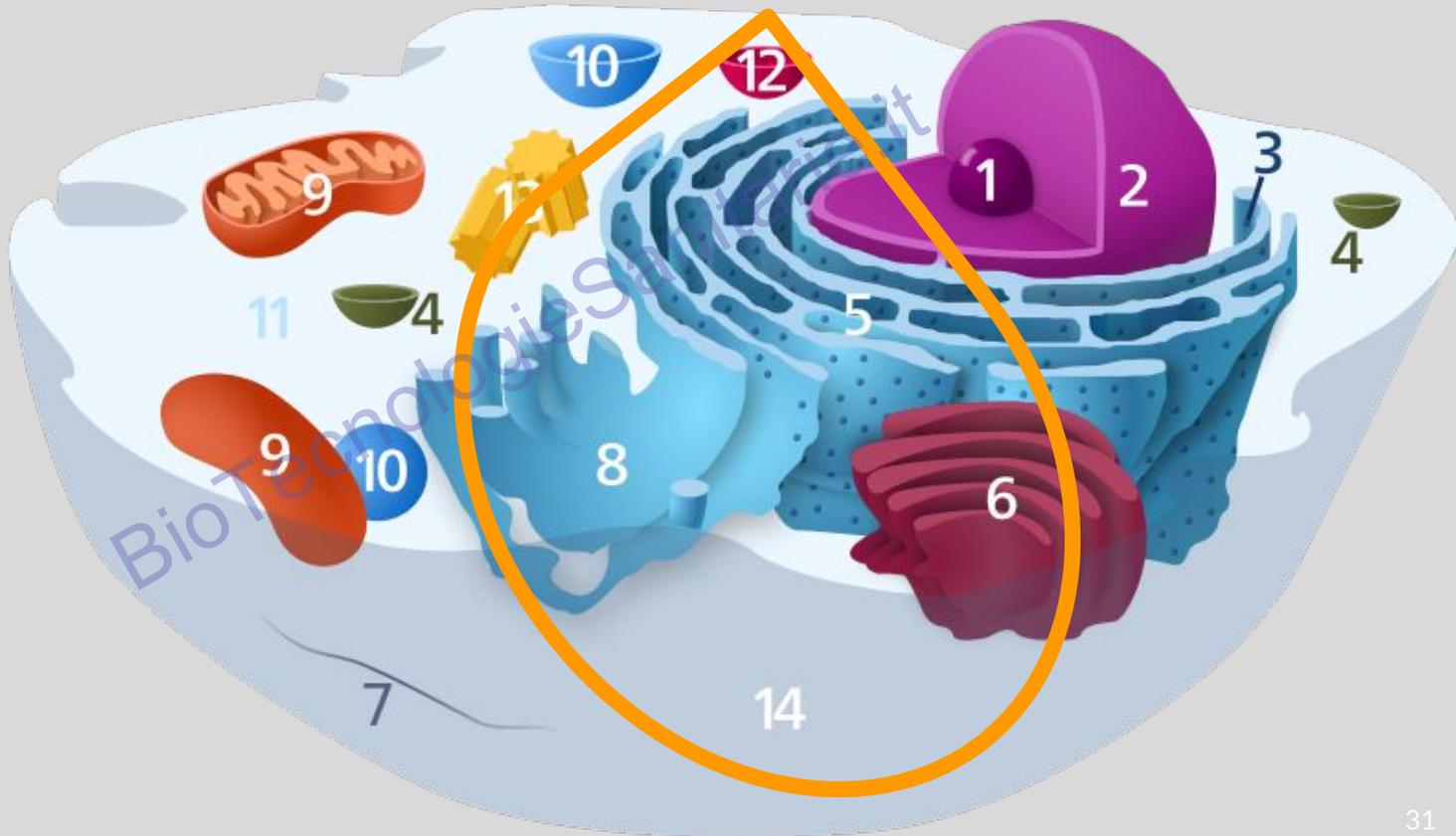
Il disegno mostra i vari tipi di vescicole descritte nella diapositiva precedente.

Non-constitutive secretion è la secrezione regolata.

Le vescicole lisosomiali sono rappresentate dal meccanismo in basso.

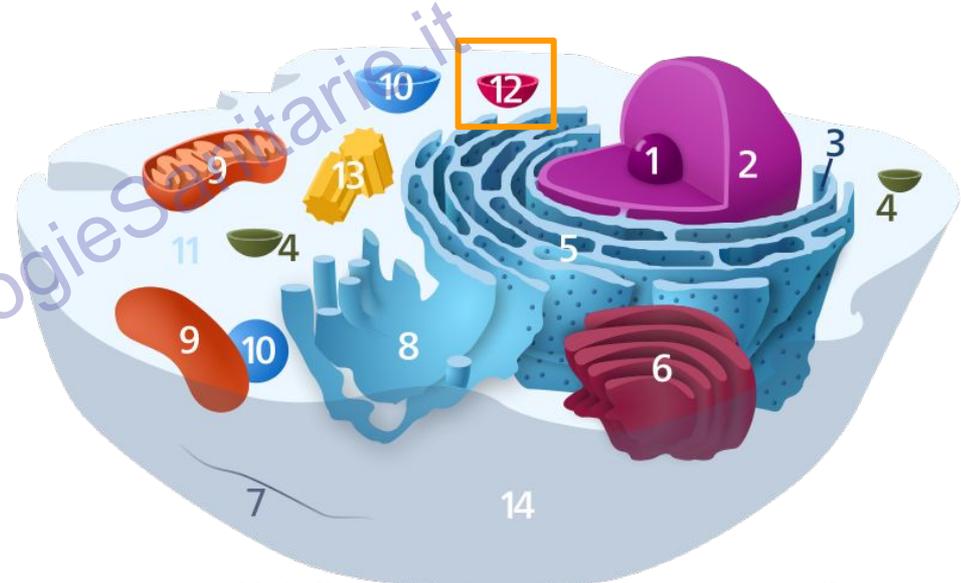


LISOSOMA



LISOSOMA

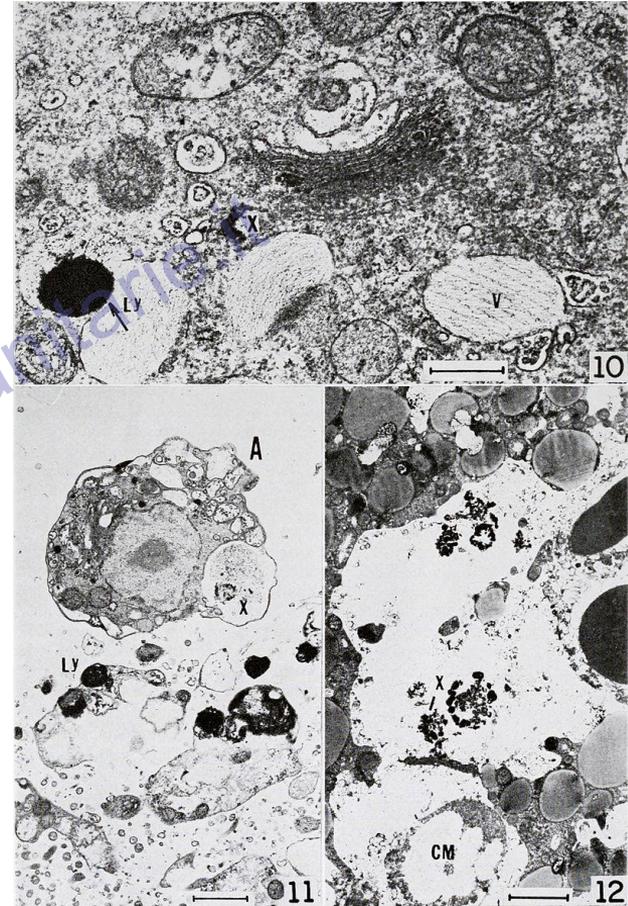
A questo punto sappiamo già almeno da dove derivano alcuni costituenti del **lisosoma** e possiamo supporre quale sia la sua funzione principale: degradare tutto ciò di estraneo che è entrato nella cellula e non solo.



Nel disegno che ci accompagna nella descrizione della cellula eucariote il lisosoma è individuato con il numero 12

LISOSOMA

I lisosomi sono vescicole sferoidali. Nella serie di immagini prese al microscopio elettronico sono indicate con Ly e appaiono scuri per il loro contenuto acido. Da notare nella foto in alto, nella parte centrale, l'apparato del Golgi.



LISOSOMA

I lisosomi contengono enzimi idrolitici (idrolasi acide) che possono degradare praticamente tutte le biomolecole.

Quindi non sono solo molecole estranee ma anche molecole endogene o molecole endocitate per recuperare nutrimento o a scopo di difesa.

Gli enzimi si attivano solo a pH bassi, inferiori a 5, quindi incompatibili con la vita della cellula stessa. Questa precauzione è, ovviamente, un meccanismo di difesa per evitare l'autodistruzione.

Così come la particolare struttura tridimensionale delle proteine della parte interna della membrana avrebbe la funzione di proteggere il lisosoma stesso dall'attacco dei suoi stessi enzimi digestivi.

LISOSOMA

I lisosomi, come abbiamo visto, gemmano dalla faccia trans dell'apparato del Golgi in seguito alla sintesi proteica che porta alla formazione delle loro proteine enzimatiche nel RER.

Dal RER, attraverso le vescicole transfer raggiungono la faccia cis delle cisterne dell'apparato di Golgi e qui avviene la “marcatura”, cioè la fosforilazione.

Una volta raggruppati, vengono trasferiti sulla faccia trans e da qui gemmano. Inizialmente sono piccoli e ricchi di enzimi idrolitici (lisosomi primari). Sono poi destinati ad ingrandirsi per fusione con gli endosomi (formando gli endolisosomi), cioè le vescicole che si formano in seguito all'endocitosi.

Completato il processo degradativo, se rimane qualche cosa di non digerito si osservano i lisosomi terziari, molto più piccoli, che possono essere eliminati dalla cellula o depositati all'interno di essa.

LISOSOMA

I lisosomi intervengono in molti casi di endocitosi, cioè di trasferimento all'interno della cellula di molecole di vario tipo e di strutture più complesse.

L'immagine mostra la fagocitosi (un tipo di endocitosi) di un batterio e la sua degradazione da parte di una cellula indicata come fagocita (macrofagi, neutrofilo, cellule dendritiche).

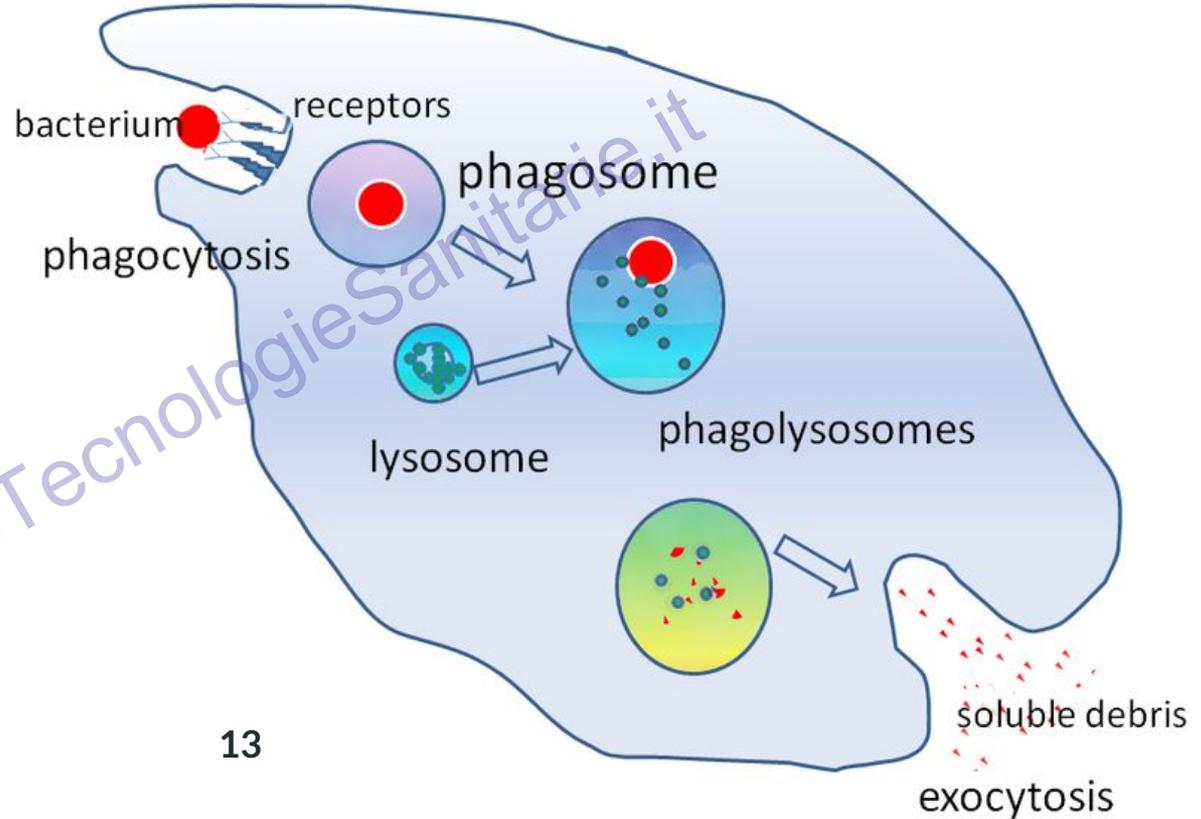


PHOTO CREDITS

Intestazione di sezione e altre slide

Cellula eucariote animale By Kelvinsong - Own work, CC0,

<https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=22952603>

1 By LadyofHats Mariana Ruiz - Own work. Image renamed from File:Cell membrane detailed diagram.svg, Public Domain, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=6027169>

2 By Magnus Manske (talk) - Nupedia, Public Domain,

<https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=353144>

3 By Louisa Howard -

<http://remf.dartmouth.edu/images/index.html><http://remf.dartmouth.edu/images/mammalianLungTEM/source/6.html>, Public Domain, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=1246305>

4 By BruceBlas. When using this image in external sources it can be cited as: Blausen.com staff (2014). "Medical gallery of Blausen Medical 2014". WikiJournal of Medicine 1 (2). DOI:10.15347/wjm/2014.010. ISSN 2002-4436. (Own work) [CC BY 3.0 (<http://creativecommons.org/licenses/by/3.0>)], via Wikimedia

Commons - https://commons.wikimedia.org/wiki/File%3ABlausen_0350_EndoplasmicReticulum.png

PHOTO CREDITS

5 By CNX OpenStax [CC BY 4.0 (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0>)], via Wikimedia Commons - https://commons.wikimedia.org/wiki/File%3Afigure_04_04_02.jpg

6 By BruceBlaus. When using this image in external sources it can be cited as:Blausen.com staff (2014). "Medical gallery of Blausen Medical 2014". WikiJournal of Medicine 1 (2). DOI:10.15347/wjm/2014.010. ISSN 2002-4436. - Own work, CC BY 3.0, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=29452230>

7 By Kelvinsong - Own work, CC BY 3.0, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=23090802>

8 Di Louisa Howard -

<http://remf.dartmouth.edu/imagesindex.html><http://remf.dartmouth.edu/images/humanBloodCellsTEM/source/3.html>, Pubblico dominio, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=1248104>

9 By OpenStax - <https://cnx.org/contents/FPtK1z mh@8.25:fEI3C8Ot@10/Preface>, CC BY 4.0, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=30131198>

10 By Nucleus ER golgi.jpg: Magnus ManskeDerivative work: Pbroks13 (talk) - File:Nucleus ER golgi.jpg, CC BY 3.0, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=6208993>

11 By Boumphreyfr - Treball propi, CC BY-SA 3.0, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=7096890>

PHOTO CREDITS

- 12** By Marine Biological Laboratory (Woods Hole, Mass.);Marine Biological Laboratory (Woods Hole, Mass.). Annual report 1907/08-1952; Lillie, Frank Rattray, 1870-1947; Moore, Carl Richard, 1892-;Redfield, Alfred Clarence, 1890-1983 - <https://www.flickr.com/photos/internetarchivebookimages/19756543133/Source> book page: <https://archive.org/stream/biologicalbullet151mari/#page/n475/mode/1up>, No restrictions, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=42422721>
- 13** GrahamColm at English Wikipedia [CC BY-SA 3.0 (<http://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0>) or GFDL (<http://www.gnu.org/copyleft/fdl.html>)], via Wikimedia Commons